

Sandra Jürgens

**RISTÕIELISTE KULTUURIDE SOBIVUS
OLULISEMATELE RAPSIKAHJURITELE NING
PARASITOIDIDELE**

**THE SUITABILITY OF CRUCIFEROUS CULTURES TO
SIGNIFICANT RAPID PESTS AND PARASITIDS**

Magistritöö

Maastikuhoolduse ja -kaitse õppekava

Juhendajad: vanemteadur Luule Metspalu, *PhD*

dotsent Katrin Jõgar, *PhD*

teadur Angela Ploomi, *PhD*

Tartu 2018

Eesti Maaülikool		Magistritöö lühikokkuvõte	
Kreutzwaldi 1, Tartu 51014			
Autor: Sandra Jürgens		Õppekava: Maastikuhoolduse ja -kaitse magistriõppekava	
Pealkiri: Ristõieliste kultuuride sobivus peamistele rapsikahjuritele ning nende parasitoididele			
Lehekülgi: 76	Jooniseid: 20	Tabeleid: 3	Lisasid: 0
Osakond: Taimekaitse osakond ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood:Taimekaitse, B390 Juhendaja(d): vanemteadur Luule Metspalu, PhD, dotsent Katrin Jõgar, PhD, teadur Angela Ploomi PhD Kaitsmiskoht ja aasta: Tartu 2018			
<p>Rapsi põldude külvipinnad suurenevad peaaegu iga aastaga, sest raps on oluline toidu- ja söödakultuur ning lisaks ka energiasäästliku kütuse tooraine. Kuid monokultuurid loovad head elupaigad rapsikahjuritele ning ei lase looduslikel vaenlastel esile pääseda. Pikkade mürgitamiste tagajärjedel on hakanud kujunema mürgiresistentsed putukad ning taimedesse jäävad pestitsiidide jäägid. Seetõttu on vaja leida loodussõbralikke taimekaitsestrateegiaid, mille üheks meetodiks on püünistaimede kasutamine. Katse viidi läbi Eesti Maaülikooli katsepõldudel Tartus, Eerikal 2017 aasta suvekuudel. Katseala koosnes 12st katselapist, igaüks suurusega 4 m². Iga lapi ümber oli 1 meetri laiune taimikuta eraldusriba. Katses oli kokku neli erinevat kultuuri – suviraps, paksoi, suvirüps ja õlirõigas. Ristõielised külvati lappidele 8. mail. Putukate kogumine algas 12. juuni ning korjamine toimus iga 7 päeva tagant. Uurimistöö tulemustest selgus, et katses peamised kahjurid olid naeri-hiilamardikas (vastset ja valmikud) ning kapsa-tuhktäi. Selgus, et paksoi sobib kõige paremini rapsile püünistaimeks. Katse andis potentsiaalsete püüniskultuuride osas lootusandvaid tulemusi. Nende rakendamine rapsi kaitseks aitaks vältida keemiliste tõrjevahendite kasutamist, mis omakorda soodustaks rapsikahjurite parasitoidide arvukust. Uuringuid tuleb jätkata põldkatsetes, et põllumeestele saaks anda põhjendatud soovitusi, kuidas ja kelle vastu püüniskultuure kasutada.</p>			
Märksõnad: püüniskultuurid, raps, naeri-hiilamardikas, parasitoidid			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Sandra Jürgens		Specialty: Landscape Protection and Preservation	
Title: The suitability of cruciferous cultures to significant rapid pests and parasitoids			
Pages: 76	Figures: 20	Tables: 3	Appendixes: 0
Department: Plant Protection Field of research and (CERC S) code: Plant protection, B390 Supervisors: Katrin Jõgar, PhD, Luule Metspalu, PhD, Angela Ploomi, PhD Place and date: Tartu, 2018			
<p>Rapeseed fields are increasing almost every year because rape is an important food and feed culture, rape is also a good material for energy-saving fuel. Monocultures create good place for rape pests and prevent natural enemies from gaining access. The effects of long-term poisoning have developed poison-resistant insects and residues of pesticides may remain in plants. Therefore, it is necessary to find environmentally friendly plant protection strategies, one of which is the use of trapping plants. The experiment was hold in 2017 summer months in The Estonian University of life sciences test field in Eerika. The test field consisted of 12 testbeds, each with a size of 4 m². Every testbed was surrounded by a 1 metre space. The test had four cultures: rape, pak-choy, oilseed radish and oilseed turnip. The cruciferous crops were planted on the 8 of May. The collection of insects began on June 12, and picking was carried out every 7 days. The results of the research revealed that in the experiment, the main pests were pollen beetles (larvae and imago) and cabbage aphids. It turned out that pak-choy can be a major trapper for rapeseed key pests. The experiment gave hopeful results for potential trap crops. Their application for the protection of rape would help to prevent the use of chemical pesticides. Studies should be continued in field tests, that we could give farmers substantiated recommendations on how and against whom to use trapping plants.</p>			
Keywords: trap crops, oilseed rape, pollen beetles, parasitoids			

SISUKORD

SISSEJUHATUS	6
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	9
1.1 Katse põhikultuurid	9
1.1.1 Suviraps (<i>Brassica napus</i> L. var. <i>oleifera</i> subvar. <i>annua</i>)	9
1.1.2 Suvirüps (<i>B. rapa</i> L var. <i>oleifera</i> subvar. <i>annua</i>)	10
1.1.3 Õlirõigas (<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>oleiferus</i>)	10
1.1.4 Paksoi (<i>Brassica rapa</i> L. subsp. <i>chinensis</i> Jusl. syn. <i>B. campestris</i> L.).....	11
1.2 Ristõieliste taimede peamised kahjurid	12
1.2.1 Naeri-hiilamardikas (<i>Brassicogethes aeneus</i> F. syn. <i>Meligethes aeneus</i> F.)	12
1.2.2 Kõdra-peitkärsakas (<i>Ceutorhynchus assimilis</i> Payk.)	13
1.2.3 Varre-peitkärsakas (<i>Ceuthorrhynchus quadridens</i> Panz. = <i>pallidactylus</i> Marsh.)	14
1.2.4 Maakirbud (<i>Phyllotreta</i> spp.).....	15
1.2.5 Kapsa-tuhktäi (<i>Brevicornye brassicae</i> L.).....	16
1.2.6 Kõdrasääsk (<i>Dasineura brassicae</i> Vinn.).....	16
1.3 Mürkide mõju keskkonnale	17
1.3.1 Putukate mürgiresistentsus	18
1.3.2 Ristõieliste õlikultuuride peamiste kahjurite mürgiresistentsus	21
1.4 Kahjurite loodushoidlik tõrje.....	22
1.4.1. Parasitoidid kahjuritõrjes	24
1.4.2 Ristõieliste olulisemate kahjuritega seotud parasitoidid	25
1.4.3 Püünistaimed ning nende toimemehhanismid	27
2. MATERJAL JA METOODIKA.....	30
2.1 Katsedisain	30
2.2.1 Raputusmeetod	30
2.2.2 Parasitoidide väljakasvatus.....	31
2.2.3 Taimede kasvufaaside määramine	32
2.2.4 Kapsa-tuhktäi kolooniate loendus	33
2.2.5. Ilmastik katseperioodil, juuni – august 2017.....	34
2.2.6 Andmetöötlus.....	35
3. TULEMUSED JA ARUTELU	36
3.1 Kahjurite liigid ja arvukus katsealal	36
3.2 Kahjurite keskmine arvukus erinevatel taimeliikidel katseperioodil	36
3.3. Kahjurite liigiline jaotumus (%) erinevatel kultuuridel.....	38
3.4 Naeri-hiilamardikate valmikute keskmine arvukus erinevatel katsekultuuridel	39
3.4.1 Naeri-hiilamardika valmikute arvukuse dünaamika.....	42
3.5 Naeri-hiilamardika vastsete keskmine arvukus katsekultuuridel	43
3.5.1 Naeri-hiilamardika vastsete arvukuse dünaamika	45
3.5.2 Naeri-hiilamardikaga seotud parasitoidide liigiline koosseis ja arvukus erinevatel katsekultuuridel	46
3.6 Kapsa-tuhktäi kolooniate korduste keskmine arvukus katseperioodi jooksul.....	49
3.6.1. Kapsa-tuhktäi kolooniate arvukuse dünaamika.....	51
3.6.2. Kapsa-tuhktäiga seotud parasitoidid.....	52

3.7. Kõdra-peitkärtsakas ning temaga seotud parasitoidid	53
3.7.1. Kõdra-peitkärtsaka valmikute keskmine arvukus katsekultuuridel	53
3.7.2. Kõdra-peitkärtsaka vastsete keskmine arvukus erinevatel taimeliikidel	54
3.7.3 Kõdra-peitkärtsakaga seotud parasitoidide liigiline koosseis ning arvukus väljakasvatuskatses	55
3.8. Varre-peitkärtsaka keskmine arvukus erinevatel kultuuridel	57
3.9 Kõdrasääsk erinevatel katsekultuuridel	58
3.10. Muud kahjuriliigid katsetaimedel	61
4. KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED	62
KASUTATUD KIRJANDUS	65

SISSEJUHATUS

Raps (*Brassica napus* L.) on kujunenud oluliseks toidu- (toiduõli) ja söödakultuuriks (rapsikook), aga ka tähtsaks energiaallikaks loodussõbralike kütuste tootmisel ning tema külvipinnad on maailmas üha suurenenas. Sellised arengud on ka Eestis, kus rapsi kasvupinnad sajandi alguses kasvasid väga kiiresti. Praeguseks on kasv küll pidurdunud ja juba mitme aasta vältel on kasvupinnad jäänud enam-vähem samale tasemele. Suvi- ja talirapsi kokku kasvatati 2016. aastal meil 70,1 tuhandel hektaril ning saadi 102 tuhat tonni rapsiseemneid (Lepplaan, Vaher 2017).

Suurte monokultuursete põllumassiivide rajamisel on oma negatiivsed küljed, kuna sellega luuakse soodsad tingimused kahjuritele, pakkudes neile piiramatult toitu ning paljunemisvõimalusi. Neis tingimustes ei pääse kahjureid vaos hoidvad looduslikud vaenlased mõjule (Williams 2010; Veromann *et al.* 2012; Kaasik *et al.* 2014a,b). Kaasajal sõltub rapsikasvatuse edukus sünteetiliste insektitsiidide, peamiselt püretroidide ning neonikotinoidide kasutamisest, mida tarvitatakse sageli profülaktiliselt, kahjurite kohalolekut ja ohtrust määramata (Williams *et al.* 2003, 2010). Mürgitamisel hukuvad koos kahjuritega ka kasulikud ja neutraalsed liigid, keskkond saastub ja lõpp-produktidesse võivad jääda pestitsiidide jäägid (Veromann *et al.* 2004, 2012; Williams 2010). Ohtra ja mitte alati mõtestatud keemilise tõrje tagajärjel on mitmed olulised rapsikahjurid muutunud Euroopa paljudes piirkondades mürgiresistentseteks (Heimbach *et al.* 2006; Nilsson, Ahman 2006; Wegorek, Zamojska 2007; Nauen *et al.* 2012), tundetuks muutumise tendentsid ilmnevad ka Eestis (Kovács *et al.* 2015, Kortspärn 2015).

Keskkonna saastatus, mürgiresistentsed kahjurid, aga ka üha laienev mahetootmine, kus keemilised preparaadid on keelatud, sunnib välja töötama täiesti uutel põhimõtetel põhinevaid taimekaitsestrateegiaid. Üheks selliseks võimaluseks on kahjurputukate käitumisega manipuleerimine. Sellise potentsiaalselt kasuliku, ökoloogiliselt säästliku ja majanduslikult jätkusuutliku taimekaitse funktsioneerimise teeb võimalikuks asjaolu, et putukad suhtlevad taimedega nii lõhnasignaalide kui nägemise abil (Cook *et al.* 2007b; Bhattacharyya 2017). Kasutades ära kahjurputukate toidutaimede eelistusi meelitatakse

putukad põhikultuurilt eemale, sellest atraktiivsemale, niinimetatud püüniskultuurile. Just selliste, antud piirkonda sobivate taimeliikide leidmine, on oluline osa praegu rapsikasvatustpiirkondades eelisarendatavast „peleta-meelita“ (ka tõuka-tõmba, push-pull) strateegiast (Cook *et al.* 2007a,b; Veromann *et al.* 2012; Pickett *et al.* 2014; Kaasik *et al.* 2014 a,b).

Antud magistritöö on osa EMÜ PKI-s läbi viidavast taim-putukas-parasitoid vaheliste suhete uuringute programmist, mille kaugemaks perspektiiviks on uue, suvirapsi kaitseks meie tingimustesse sobiva, putukate käitumisega manipuleerimisel põhineva tõrjesüsteemi väljatöötamine. Kui varasemate uuringute tulemusetena oli teada, et naeri-hiilamardika tõrjes sobib näiteks Inglismaal püünistaimedena rüps (Cook *et al.* 2007a) ja Eestis valge sinep ja õlirõigas (Metspalu *et al.* 2011; Veromann *et al.* 2012, 2014; Kaasik *et al.* 2014a), siis tegelikult puudus teave selle kohta, kuidas nende taimedega suhestuvad teised olulised rapsikahjurid ning nendega seotud parasitoidid. Samuti oli oluline leida teisigi, püünisteks sobivaid kiire arenguga taimeliike, kellel on rapsiga ühiseid kahjureid.

Töö eesmärgid:

1. Selgitada kahjurite koosseis ja arvukuse dünaamika rapsil ning võrrelda neid näitajaid potentsiaalsetelt püünistaimedelt saadud andmetega.
2. Uurida, kas naeri-hiilamardika vastsete arvukus sõltub kahjuri toidutaimeliigist ja kas valmikute ning vastsete arvukus on korrelatsioonis.
3. Selgitada, kas kiirekasvulisel paksoil on püüniskultuurina potentsiaali rapsikahjurite tõrjes.
4. Teha kindlaks, kas kahjurite toidutaimeliik mõjutab parasitoidide liigilist koosseisu.

Töö hüpoteesid:

1. Kahjurite ja parasitoidide liigiline koosseis ja arvukus sõltub taime liigist ning neid on püüniskultuuridel arvukamalt kui rapsil.
2. Paksoi tänu oma kiirele kasvule ja rohkele õitsemisele võib kujuneda rapsi võtmekahjuritele oluliseks lõksutaimeks.

Suur tänu käesoleva magistritöö valmimisele kaasa aidanud juhendajatele Luule Metspalule, Katrin Jõgarile ja Angela Ploomile. Täna veel dotsent Eve Veromanni, kes

määras parasitoidide liigid ning Avo Toomsood, kes lubas kasutada Eerika ilmajaama andmeid.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Katse põhikultuurid

Kapsasrohu (*Brassica*) liigid suudavad idaneda ja kasvada madalatel temperatuuridel ja on ühed vähestest õlikultuuridest, mis on kohanenud jaheda parasvöötme tingimustele. Nende hulgas on liike ning sorte, mis elavad üle ka meie talvetingimused. Järjest suurenevad taastuvenergia, keemiliste söödakoguste, tööstuslike õlide nõudlused ja uudsed taimeõlide kasutusviisid loovad eeldused ristõieliste õlikultuuride kasvupindade laiendamiseks (McVetty 2016).

Eestis on ristõieliste õlikultuuride külvipind sellel sajandil suurenenud eelkõige rüpsi ja rapsi arvelt. Suured monokultuuri põllud loovad taimtoiduliste (eriti ristõielistest toituvatest) kahjurite jaoks head eeldused populatsiooni arenemiseks ja arvukuse tõusuks. Kuna ka suure osa meil kasvatavatest köögiviljakultuuridest moodustavad ristõielised, loob see omakorda eeldused ristõieliste kahjurite arvukuse kasvule. Selleks, et kaitsta saaki peab tundma kahjureid, nende liigilisi erinevusi, omavahelisi seoseid ning suhteid taimedega ja arenguprotsesse mõjutavaid tegureid (Metspalu, Hiiesaar 2002).

Ristõieliste kultuuride kahjureid, eriti maakirpe, kapsakoid, -liblikaid ja hiilamardikaid meelitabki nendele taimeliikidele omane sinepiõli lõhn (Metspalu 2017). Ristõielistel olevad putukad on enamasti oligofaagid, kes tunnevad oma toidutaimi ära lõhna ja maitse järgi, haistmine on liigispetsiifiline omadus ning ristõielistele spetsialiseerunud putukatel on liikidele ja sortidele kindlad eelistused. Lõhnaallikate, külvikordade, erinevate agrotehniliste võtetega saab muuta kahjurite arvukust (Metspalu, Hiiesaar 2002).

1.1.1 Suviraps (*Brassica napus* L. var. *oleifera* subvar. *annua*)

Raps kuulub ristõieliste sugukonda, kapsasrohu perekonda, ning on tekkinud umbes 7500 aastat tagasi *B. rapa* (Rüps) ja *B. oleracea* (Lehtkapsas) hübriidisatsioonist (Chalhoub *et al.*

2014). Suvirapsi kasvatatakse talirapsist rohkem põhjapoolsematel aladel, kuna talirapsi ei pruugi talve üle elada (Veromann *et al.* 2004).

Noorel rapsitaimel on lehed siledad ja sinakasrohelist. Rapsil jäävad õitsevad pungad alati avanemata õiepungadest allapoole, õied on kollased. Kõdrad asuvad üsna horisontaalselt ja seemnevärvus laiub mustast tumepruunini. On enamasti isetolmleja (Kaarli 2003).

Euroopas suurimad rapsikahjurid on naeri-hiilamardikas (*Meligethes aeneus* F. syn. *Brassicogethes aeneus* F.), kõdra-peitkärsakas (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.), varre-peitkärsakas (*C. pallidactylus* Marsh.), peitkärsakas (*C. napi* Gyll.), kõdrasääsk (*Dasineura brassicae* Vinn.), küürakhüpik (*Psylliodes chrysocephala* L.) ja maakirbud (*Phyllotreta* spp.). Kahjurite arvukust piiravad nende looduslikud vaenlased (Veromann *et al.* 2004).

1.1.2 Suvirüps (*B. rapa* L var. *oleifera* subvar. *annua*)

Rüps ehk õlinaeris on aretatud naeri (*Brassica rapa rapa* L.) baasil. Rapsi ja rüpsi on võimalik eristada välistunnuste põhjal. Noorel rüpsitaimel on lehed kollakasrohelist ja on väikeste karvakestega. Õitsvatel taimedel on rapsil ja rüpsil eristavaks teguriks õisiku kuju. Rüpsi avanenud õied asuvad avanemata õiepungadest kõrgemal või samal kõrgusel. Rüpsi seemne värvus varieerub pruunist punakaspruunideni, osadel ka kollased. Suur bioloogiline erinevus on see, et rüps areneb rapsist kiiremini, st. on lühema kasvuajaga ning seeme on peenem, väiksem. Suurem osa rüpsi õitest ei suuda viljastuda sama õie tolmuga (Kaarli 2003).

1.1.3 Õlirõigas (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus*)

Õlirõigas kuulub ristõieliste perekonda, mida tuntakse ka sinepi nime all. Ta tärkab pärast istutamist üsna ruttu ning tänu sellele on abiks umbrohutõrjele. Ristõieliste seas on ta tugevaima sammasjuurega ning moodustab külguuri ka sügavamates kihtides, millega kobestatakse pinnast (Ngouajio *et al.* 2004). Kiire kasvuga, seob efektiivselt toitaineid ja

vett sügavamatest mullakihtidest. Külvisenorm 4,5–9 kg/ha (Oilseed radish 2013). Kuna õlirõigas kasvab kiiresti ning suudab toime tulla külmade ilmadega, kasutatakse teda ka kattekultuurina. See taim suudab toime tulla isegi põuaga ning on abiks tuule ja vee erosioonile. Ristõieliste sugukonda kuuluva taimeliigina sisaldab glükosinolaate, mille laguproduktid toimivad ristõielistele spetsialiseerunud kahjuritele meelitajadena kuid võivad pärssida haigustekitajate levikut (Ngouajio *et al.* 2004). Õied on lillat värvi (Oilseed radish 2016).

1.1.4 Paksoi (*Brassica rapa* L. subsp. *chinensis* Jusl. syn. *B. campestris* L.)

Paksoi ehk hiina lehtnaeris. Selle liigi puhul kasutatakse väga erinevaid nimetusi: pak choy, pak choi, paksoi jne. Antud töös kasutatakse nimetust paksoi.

See on kiirekasvuline taimeliik, mille külvamisest saagini kulub kuni 45 päeva. Ta on küllaltki külmakindel, mistõttu võib teda meil juba mais põllule külvata või istutada. Väljanägemiselt meenutab lehtpeeti. Annab heamaitselisi valgeid pehmeid varsi ja rohelist lehti, mida kasutatakse nii salatina kui suppides. Mitmel pool maailmas kasvatatakse teda ka seemnete saamiseks, millest saadakse kõrgeväärtuslikku õli. Seda taimeliiki kasvatatakse meil suhteliselt vähe, kuid oma asukohamaadel (idamaades) on ta väga populaarne köögivili. Tema agrotehnika sarnaneb teiste kapsastega, on suhteliselt vähenõudlik mullastiku suhtes. Teda võib varakevadel külvata istutuspottidesse. Kuna ei talu hästi ümberistutamist tuleks kindlasti 2-3 pärislehe faasis istutada peenrale koos mullapalliga. Lühikese kasvuaja tõttu võib teda kasvatada mitmes järgus, kindlustades püsiva saagikonveieri. Haiguste ja kahjurite profülaktika on sama, mis teistelgi kapsaliikidel. Päid ei moodusta, kasvatab kiiresti õievarre ning läheb õitsema. Vili on kapsale iseloomuliku kuju ja värvusega. Toiteväärtuselt on üsna sarnane valgele peakapsale, kuid sisaldab kuni 3 korda rohkem C vitamiini. Suudab puhastada organismi kahjulikest mikroorganismidest (Hiina lehtnaeris... 2017).

1.2 Ristõieliste taimede peamised kahjurid

1.2.1 Naeri-hiilamardikas (*Brassicogethes aeneus* F. syn. *Meligethes aeneus* F.)

Naeri-hiilamardikas on meil üks olulisematest ristõieliste õlikultuuride võtmekahjuritest. Valmik must, sinaka või roheka helgiga, 1,5–2,7 mm pikkune, ovaalse kehaga. Põhivärv on must, roheline ja sinise läikega (Paul 2017). Muna on valge, ovaalne, 0,7mm pikk. Vastne kollakasvalge, tumepruuni peaga, kuni 4mm pikkune, hõredate karvadega kaetud. Seljapoolel igal kehalülil kaks-kolm tumedat täppi (Kirk 1992).

Talvituvad noormardikana tulevase kahjustuskoha lähedal põllupeenral või metsa ääres kõdus. Kui temperatuur tõuseb üle 10 °C lahkuvad talvituspaikadest ning hakkavad küpsusöömaks toituma roosõieliste (*Rosaceae*), korvõieliste (*Umbelliferae*), ning ristõieliste (*Cruciferae*) sugukondadesse kuuluvate taimede õitel. Kuna toiduks kasutatakse õietolmu, siis näritakse katki pungi, kroonlehti ja tolmukaid. Meil alustavad mardikad põldudele liikumist mai teisel poolel, kui temperatuur on üle 15 °C. Selleks ajaks on meil suviraps ja -rüps jõudnud tavaliselt roheliste pungade faasi. Kuivõrd erinevatel taimeliikidel küpsussööma läbinud emasvalmikud munevad ainult ristõielistele, siis nüüd tullaksegi massiliselt rapsile ja rüpsile munema. Alguses tegutsevad põllu ääreala taimedel, kuid levivad kiiresti üle põllu (Metspalu, Hiisaar 2002). Emasvalmik närib 2–3 mm laiusesse õiepunga süvendi ja muneb sinna 1–8 muna. Üks emane muneb kuni kolme nädala jooksul 50–100 muna. Vastsed kooruvad nädalaga ning toituvad valdavalt õietolmust. Esimene vastsejärg läbitakse kinnises õiepungas, teine valdavalt avanenud õies. Tõugud võivad migreeruda ka kõrvalasuvatele õitele või pungadesse. Täiskasvanud tõuk laskub mullapinnale ja läheb pinnasesse nukkuma. Noormardikad ilmuvad taas õitsevatele taimedele augustis. Ilmade jahenedes lähevad talvituma (Alford *et al.* 2003). Meil on naeri-hiilamardikal aastas üks põlvkond, mis esineb kahel aastal.

Suuremat kahju tekitavad valmikud, kes närivad õiepungi, kahjustavad kroonlehti ning tolmukaid. Kahjustuse tagajärjel võivad õied variseda jättes taime külge väikesed õievarred, millega saab teatud tingimustel määrata kahjustuse ulatust. Väiksema kahjustuse korral õis ei kuiva, kuid ei moodusta kõtra või on see deformeerunud (Free, Williams 1978). Kui peavõrse saak hävib, kaotatakse enam kui pool seemne saagist. Kahjuritele soodsal aastal võib hävineda kuni 80% ristõieliste seemne saagist (Williams 2010). Talirapsi

kahjustatakse meil vähe, kuna pungad jõuavad enne hiilamardikate ilmumist avaneda. Löögi all on suviraps, kes hiilamardikate põllule ilmumise ajaks on jõudnud roheliste pungade faasi. Hiilamardika levikut soodustab suvi- ja talirapsi lähestikku kasvatamine, kuna nii on toidubaas kindlustatud pikemaks ajaks (Metspalu 2017).

1.2.2 Kõdra-peitkärsakas (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.)

Kõdra-peitkärsakas on Eestis kõige sagedamini kohatav peitkärsaka liik. Peremeestaimedeks on tali- ja suviraps, rüps, kapsad, rõigas ning redis. Samuti ka looduslikud ristõielised (Paul 2017).

Kõdra-peitkärsaka valmik on ovaalne, 2,5–3 mm pikkune ning tumedat värvi, keha on kaetud tuhkjashallide karvakestega ning tal on pikk allapoole kõverdunud kärsak ning tumedad jalad. Vastne on 4–5 mm pikkune, valkjas kuni kollakas, jalutu, kõverdunud kehaga ja pruuni peakapsliga vageltõuk. Nukkub mullas (Metspalu, Hiiesaar 2002).

Talvitub mulla ülemises kihis, põllupeenarde ja hekkide all lehekõdus. Kärsakad tulevad alles siis kevaditi metsikutele ristõielistele toituma, kui mullatemperatuur tõuseb üle 10 kraadi. Valmikuid leidub erinevatesse sugukondadesse kuuluvate toidutaimede pungadel ja õitel. Ristõieliste kultuuride õitsemise ajal liiguvad kärsakad põldudele. Valmikud söövad pungi, ning selle tegevuse tagajärjel võivad pungad kuivada (Metspalu, Hiiesaar 2002). Emane muneb pärast küpsussööma noortesse kõtradesse, munedes enamasti ühe muna igasse kõtra. Munemiseks närib ta kõdra seina ava. Üks valmik võib muneda kuni 60 muna. Munast koorunud vastne hakkab sööma noori seemneid, hävitades kõdras kuni 6 seemet. Toitumisaeg on küllalt pikk, kestes isegi üle kuu aja. Täiskasvanud vageltõuk närib end kõdrast välja ja läheb mulda nukkuma. Noormardikas väljub mullast, toitub talvevarude kindlustamiseks õitsevatel ristõielistel ning läheb septembris talvituma. Annab meil ühe põlvkonna aastas (Paul 2017).

Meil masskahjustust ei esine, kuid väga oluline on see, et vastsete väljumisavasid võivad kasutada ära meil üha rohkem levima hakanud kõdrasääse valmikud, kes kasutavad neid

avasid munemiseks. Samuti võib ava kaudu sattuda kõtra niiskus, mille tagajärjel hakkavad seemned idanema, samuti võivad hakata arenema mädanikud (Metspalu, Hiisaar 2002).

Kõdra-peitkärsakaid saab tõrjuda sügiskünniga ja põldudel koristusjäätmete kogumise ja hävitamisega (Metspalu, Hiisaar 2002).

1.2.3 Varre-peitkärsakas (*Ceuthorrhynchus quadridens* Panz. = *pallidactylus* Marsh.)

Varre-peitkärsakat leidub Eestis üsna sagedasti, selle vastsed kahjustavad ristõieliste varsi ja juurekaelu. Toidutaimeks on näiteks hiina kapsas, raps ja peakapsas, kahjustab ka rapsi, rüpsi, naerist, põldsinepit (*Sinapis arvensis* L.), redist (*Raphanus sativus* L. var. *radicula* Pers.) , põldrõigast (*Raphanus raphanistrum* L.) (Metspalu, Hiisaar 2002).

Valmikul on 2,5–3,2 mm pikk, musta värvi, pika kõverdunud kärsakuga. Valmiku keha on kaetud hallkate karvakestega, mis moodustavad keha tagaosas heleda karvatuti. Karvad on ebakorrapäraselt, mistõttu mardikas on laigulise välimusega. Vastne on kuni 5 mm pikkune, jalgadeta, kõverdunud kehaga, pruuni peakapsliga vageltõuk. Nukkub mullas (Metspalu, Hiisaar 2002).

Talvitub noormardikana mulla pealmises kihis ja taimejäänuste all. Talvituskohast väljuvad alles siis, kui mullatemperatuur on tõusnud 9 kraadini. See kärsakas toitub metsikutel ja ka kultuurristõielistel. Munema hakatakse siis, kui küpsussööm on läbitud. Munetakse kas leherootsu või varre sisse. Vastne toitub varres, kuid väliselt on kahjustus raskesti märgatav. Nende putukate kahjustuse tagajärjel kaotavad lehed normaalse turgori, areng hakkab aeglustuma ja taim hakkab vaikselt kolletuma ja seejärel närbuma. Kui taimevars läbi lõigata võib näha seal sees tühjaks söödud varsi, väljaheidetest pruuniks värvunud käike ja vageltõuke (Paul 2017).

1.2.4 Maakirbud (*Phyllotreta* spp.)

Maakirbu liike võib maailmas leida üle 4000, Eestis on enam levinud aga 6 liiki: harilik maakirp (*Ph. undulata* Kutsch.), kurmtriibuline maakirp (*Ph. vittata (striolata)* F.), must maakirp (*Ph. atra* F.), suur maakirp (*Ph. nemorum* L.), sinihelk maakirp (*Ph. nigripes* F.) ja mädarõika maakirp (*Ph. armoraciae* Koch.) (Hiisaar *et al.* 2003; Metspalu *et al.* 2014). Enamus neist on oligofaagid ja peamiseks toidutaimeks on näiteks raps, valge sinep, naeris.

Harilik maakirp on 2–3 mm pikkune, sääred ja käpad mustad, kollane vööt seljal paindub vöödi õmbluste suunas. Kurmtriibuline maakirp on 1,8-2,5 mm pikk, tiibade kollane vööt sissepoole kumer või jagunenud kaheks laiguks. Must maakirp on 1,9-3 mm pikk, sale ja lame, musta värvi aga metlase läikega, käpad ja põlved punakad. Suur maakirp 2,5-3 mm pikk, kolm tundlalüli kollased, tõuk ookerkollane. Sinihelk maakirp 2-2,8 mm pikk, suhteliselt lame ja sale, sinise või metallroheka läikega. Mädarõika maakirp 2,8-3,5 mm pikk, kattetiivad enamjaolt kollased, keha munaja kujuga, musta värvi pea ja eesselg, tõuk valkjast (Metspalu, Hiisaar 2002; Metspalu *et al.* 2014).

Valmikuna talvituvad enamjaolt kraavikallastel, hekkides ja põõsastes kõdu all ja põllupeenardel. Talvituskohtadest väljuvad siis, kui temperatuur tõuseb kevadel üle 7-8 kraadi, aga põllul võib neid märgata alles siis, kui temperatuur on üle 10 kraadi (Metspalu, Hiisaar 2002).

Maakirbud närvivad noortesse lehtedesse, soontesse, lehtede äärtele, vartesse ja kasvupungadesse lohke ja sälke. Kahjustatud koed kuivavad ja alles jäävad augud. Kõige rohkem kahju tekitatakse idulehtede faasis ja noortele istikutele. Soojem ilm soodustab maakirpude levimist. Maakirpe saab tõrjuda hävitades ristõielised umbrohud põllul ja selle lähistelt, vähendades maakirpude toiduallikaid. Puhastades sügisel taimejäänused, vähenevad maakirpude talvituskohad ning oluline on ka sügiskünd ja istutusaeg (Metspalu, Hiisaar 2002).

1.2.5 Kapsa-tuhktäi (*Brevicornye brassicae* L.)

See kahjur on üsna laialt levinud ja neid võib leidub kolooniate kaupa ristõieliste sugukonda kuuluvatel taimedel. Masskahjustused esinevad tavaliselt 5–6 aasta tagant (Hiisaar *et al.* 2003). Toituvad rapsist, rüpsist, erinevatest kapsaliikidest, kaalikast (*Brassica napus* L.) ja põldsinepist. Tuhktäil on palju looduslikke vaenlasi, näiteks kiilassilmade (*Chrysopidae*), lepatriinude (*Coccinellidae*) ja sirelaste (*Syrphidae*) vastsed (Paul 2017).

Valmik on umbes 2 mm pikkune ja 1 mm laiune, kaetud hallika tuhkjaga kirmega. Pea on väike tume ning silmad on punased. Keha on kaetud mustade täppidega. Kapsa-tuhktäi jalad võivad olla nii mustad, kui ka kollased. Muna (0,5 mm pikk) on alguses kreemikas, kuid hiljem värvub mustaks (Metspalu, Hiisaar 2002).

Suve algul võib neid leida umbrohus, nad on üsna väheliikuvad, kuid paljunevad kiiresti. Soe ilm soodustab nende arengut. Kapsa-tuhktäid ilmuvad kultuurristõieleistele enamasti vegetatsiooniperioodi lõpus, siis kui lehed hakkavad vananema. Emane tuhktäi muneb 2-4 talvituvat muna põldudele jäetud ristõieliste jäänustele (lehed, varred) (Metspalu, Hiisaar 2002).

Vastsed ja valmikud kahjustavad taime, imedes taimemahla, viivad nad taimesse kasvuainet, mille tagajärjel muutub kahjustuskoht kollaseks, kortsus ja heledad kahjustuskohad muutuvad külmudeks. Kapsa-tuhktäi tõrjele tuleb abiks sügiskünd, koristusjäätmete äraviimine (Metspalu, Hiisaar 2002).

1.2.6 Kõdrasääsk (*Dasineura brassicae* Vinn.)

Kõdrasääsk on Euroopas levinud rapsikahjur, kuid majandusliku tähtsusega eelkõige Kesk- ja Põhja-Euroopas. Eestis on hakanud rapsi kahjustama viimastel aastatel (Kovacs *et al.* 2012). Peremeestaimedeks on kaalikas, raps, rüps, redis, kapsas, õlirõigas, harilik hiirekõrv (*Capsella bursa-pastoris* (L.) Med.), põldsinep (Metspalu, Hiisaar 2002).

Valmik on tilluke, 1,5–2 mm pikkune sääsk. Isase tagakeha kollakashall, emasel roosakaspunane. Muna läbipaistva kestaga, sisemuses näha punakas vastne. Vagel väga väike, jalutu, kollakasvalge värvusega (Metspalu, Hiisaar 2002).

Kõdrasääsk talvitub vastsena mullas, nukkub kevadel ning valmikud kooruvad nädala jooksul. Väga kehva lennuvõimega valmik peab munemiskoha leidma lähikonnas. Kõdrasääsk saab muneda vaid eelnevalt kahjustatud kõtra, seega soodustavad munemist nii kapsakoi (*Plutella xylostella* L.), hiilamardikate kui ka kõdra-peitkärsaka poolt kahjustatud kõdrad. Ühte kõtra võidakse muneda kuni 50 muna. Munast koorunud vaglad söövad kõtrade siseseina kudesid, täiskasvanud vastne laskub mullapinnale, koob kookoni, milles nukkub. Üks osa kestub valmikuiks, kes väljuvad mullast. Teine osa jääb mulda diapausi seisundisse (Kovacs *et al.* 2012).

Kõdrasääse kahjustuse tõttu on kõdrad muundunud kujuga, paisunud, kollakad ja avanevad enneaegselt ning seemned koos vastsetega pudenevad. Seemnesaak võib väheneda kuni 82% (Williams 2010). Osa vastseid läbib moonde mõne nädalaga ja kahjustab uuesti rapsi, teine osa aga jääb puhkeseisundisse ja ilmub välja kas järgmisel kevadel või isegi kuni 5 aastat hiljem (Kovacs *et al.* 2012).

1.3 Mürkide mõju keskkonnale

Pestitsiide kasutatakse kõikjal, mitte ainult põllumaastikes. Nendega toimetatakse parkides, aedades, kodudes. Pole väga ammu see aeg, kui neid puistati valimatult alla lennukelt. Meie elukeskkond on pestitsiide täis: õhk mida hingame, toit mida sööme ja vesi, mida joome. Pestitsiidide kuritoime on teada juba eelmisest sajandist, kui 1962 aastal ilmus Carsoni „Hääletu kevad“, kuid põhjapanevaid järeldusi pole tehtud. Pestitsiide toodavad väga paljud maailma maad. Tootjad on ringkaitses ning neil on omad laborid, kus tehakse preparaatide ohtlikkuse teste. Tulemused on alati rahustavad. Alles sõltumatute laborite analüüside tulemused on andnud maailmale ka teistsugust teavet ja see on näidanud, kui kahjulikud pestitsiidid on tegelikult (Bale 2014). Maailmas on praegu registreeritud ligikaudu 16000 erinevat preparaati. Siia kuuluvad herbitsiidid, insektitsiidid, fungitsiidid,

rotentitsiidid, algitsiidid, mititsiidid jne (Cornich 2016). Me ei tea kahjuks üldse, milliste toksiliste ainetega me igapäevaelus kokku puutume.

Maailmas praegu kõige enam kasutatud preparaadid on atraziin ja glüfosaat. Atraziinil teatakse olevat inimorganismis negatiivne mõju hormonaalsüsteemile, glüfosaadil on leitud vähitekitavaid mõjusid (Cornish 2016). Üha rohkem nõutakse glüfosaadil põhinevate herbitsiidide keelustamist. Eelmise aasta lõpus otsustas Euroopa Komisjon napi hääleteenamusega, et glüfosaadi kasutamise luba pikendataks Euroopa Liidu liikmesriikides veel viieks aastaks. Selle preparaadi jätkuva kasutamise poolt hääletas ka Eesti. Vaevalt paar aastakümnet tagasi kasutusele võetud laia toimespektriga neonikotinoidid on osutunud kahjulikeks mesilastele ja paljudele teistele tolmeldajatele, kellest sõltub rohkem kui kolmandik saagist. Kaks aastat tagasi (2016) tegi Euroopa Parlament ettepaneku, et neonikotinoide sisaldavad preparaadid tuleb keelustada (Resolutsiooni ettepanek 2016). 27. aprillil käesoleval aastal võttis Euroopa Komisjon vastu otsuse keelustada neonikotinoidsete toimeainete imidaklopridi, klotianidiini ja tiametoksaami kasutamine avamaakasvatustes. Poolt hääletas ka Eesti (Agri, 2018).

Kuivõrd pestitsiidid on mürgised kõikidele elusorganismidele, siis töötlemine mõjutab igat antud alal elavat organismi nii mulla peal (kasurid, neutraalne elustik jne), pinnases (mikroorganismid, vihmaussid jm) ja vees (plankton, kalad jm). Pestitsiididega töötlemised mõjutavad ka taimestikku: nõrgeneb juurestik ja immuunsüsteemi talitus, väheneb orgaanilise aine sisaldus mullas. Kahjuks tõrjetööde käigus läheb vaid väike osa preparaadist sinna kuhu vaja. Suur hulk hajub (tuul, vesi, valed töötlusvõtted) keskkonda laiali. Suureks probleemiks on transport ja preparaatide nõuetekohane ladustamine (Stobart 2016). Kuid kõige olulisemaks on see, et korduvate tööstustega muudab kahjurid preparaadi suhtes tundetuks. Selle tagajärjel sünteesitakse aina uusi preparaate, tõstetakse kasutatavate ainete koguseid ning tööstuskordade arvu (Metspalu 2017).

1.3.1 Putukate mürgiresistentsus

Putukatel on aastamiljonitesse tagasi ulatuv kahjulike ühendite neutraliseerimise kogemus. Üldtuntud on tõde, et iga putukaliik võib kohastuda mürgiste ühenditega, kusjuures

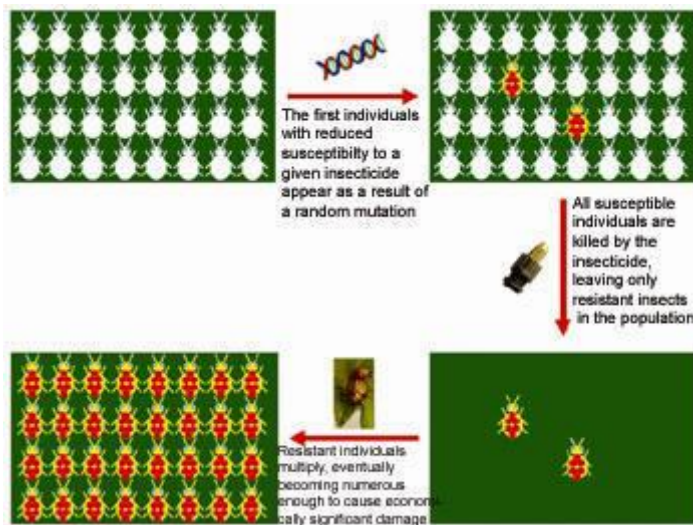
määravaks saavad toimeainete omadused, toimimise sagedus ning kontsentratsioon, mis tagavad elupäästvate mutatsioonide tekke (Nauen 2007).

Mürgiresistentsus tähendabki seda, et organism kohastub mürgiga. Selle protsessis käigus toimuvad organismis mitmesugused füsioloogilis-biokeemilised muutused. See on iseenesest küllalt keeruline protsess, mille käigus valdav enamus isendeist neile toksilise toime tagajärjel siiski hukkub. Ellu jäävad need, kellel tekivad selles protsessis teatavad pärilike tunnuste kvalitatiivsed muutused (Nauen *et al.* 2012). Kuid samal ajal on teada, et sellised muudatused ei teki mitte ainult väliste mõjurite (mürgitamine) toimetel, vaid populatsioonides tekivad teatud isenditel ka spontaansed mutatsioonid, mis võivad tagada sellise indiviidi resistentsuse (Zimmer 2013). Sellised mutatsioonid on üks olulistest evolutsiooni mehhanismidest, kuna sellised muutused on organismi ellu jäämises väga tähtsad. Väga oluline on see, et selliste isendite mürkide neutraliseerimise võime kandub edasi järglastesse st. need on samuti mürgiresistentsed ning mürgikindlate isendite arv antud alal üha kasvab (Kuusik *et al.* 1995). Seega muutub mürkide neutraliseerimine igas järgnevas põlvkonnas efektiivsemaks.

Putukate tundlikkuse vähenemine toksiinidele võib toimuda väga mitmel erineva teel. Ühe olulisemana tuuakse tavaliselt välja ainevahetuslikku resistentsust. Siin puhastub organism kiire ainevahetuse tõttu mürgist enne, kui see jõuab eluks tähtsate organite ja kudedeni (Slater, Nauen 2007). Tavaliselt väljutatakse sellisel puhul mürk kiiresti organismist enne kui kahjustus üldse saab tekkida. Teisel juhul tekivad mürkide toimetel organismis molekulaarsel tasandil muutused nii, et toksiin neutraliseeritakse ning toimekoht muudetakse tundetuks (*target-site*) (Zimmer *et al.* 2014). On ka selliseid liike, kes on võimelised toksiine avastama ja neid vältima (käitumuslik resistentsus). Mõnel isendil võivad olla kehakatted paksemad ning mürk ei tungi neist läbi ning seda tuntakse kui mehhaanilist resistentsust (Alyokhin, Dwyer 2008). Erinevad keemilised preparaadid mõjutavad putukaid ning nende resistentsusmehhanisme erinevalt. Nii näiteks on püretroidide põhjustatavad nn. toimekoha tundetuks muutumine (Zimmer *et al.* 2014) ja ainevahetuslik resistentsus naeri-hiilamardika resistentsuse tekkimisel kõige olulisemad (Nauen *et al.* 2012).

Kokkuvõttes võib öelda, et pestitsiidid üldjuhul kahjustavad või siis takistavad organismis eluks vajalikke spetsiifilisi protsesse. Geneetiline erinevus kaitseb organismi selliste kahjude eest ning ellujäänud on edaspidi pestitsiidide suhtes resistentsed. Kui pestitsiid

tapab kõik mitteresistentsed putukad, jäävadki alles ainult resistentid putukad, kes omavahel paljunedes tekitavad uue resistentse kahjuripopulatsiooni (Pesticide Resistance 2018). Resistentid putukad järgivad evolutsioonireegleid, ehk siis tugevamad jäävad ellu ja edastavad oma resistentsusvõime järglastele. Mürgikindluse tekkimise (joonis 1) aeg sõltub mürgi kasutamise sagedusest, mürgikindlate putukate geneetilistest omadustest, geenivarude suurusest ja paljunemise kiirusest (Pesticides and You 2010-11).



Joonis 1. Mürgiresistentsuse kujunemine kartulimardikal (APRD 2007).

Juba 80 aastat tagasi avastati kahjureid, kes mürgitamistel ellu jäid. Kuid alles ligikaudu pool sajandit tagasi said põlluharijad teada selle fenomeni olemusest just seetõttu, et paljud kahjuriliigid hakkasid muutuma tundetuks sellel ajal laialt kasutatava ja reklaamitava mürkemikaali DDT suhtes. Ilmekaks näiteks olid DDT pulbrist hallid toakärbsed, kes enam ei hukkunud (Metspalu 2017). Nimetatud preparaadi suhtes resistentseid putukaid leiti juba 1947. aastal, kuigi preparaat oli võetud kasutusele alles mõni aasta varem. Sellest ajast alates teavad taimekasvatajad, et ükskõik milline sünteetiline insektitsiid kaotab aja jooksul oma mõju. Nüüdseks on teada, et iga uue preparaadi suhtes omandavad putukad resistentsuse 2-20 aasta jooksul. Juba 1980ndate keskpaigaks oli teada umbes 450 mürgikindlat putuka- ja lestaliiki (Dennehy, Dunley 2018).

1.3.2 Ristõieliste õlikultuuride peamiste kahjurite mürgiresistentsus

Naeri-hiilamardika püretroidiresistentsus avastati 1999. aastal Prantsusmaal ning aastate jooksul on see levinud üle Euroopa kõigis neis maades, kus kasvatatakse rapsi. Kuna naeri-hiilamardikas asub toidutaimel küllalt pika aja vältel – tavaliselt pungade moodustumise faasist kuni õitsemise lõpuni, siis tuleb tal üle elada korduvaid püretroididega pritsimisi, mis soodustavad resistentsuse teket (Nauen *et al.* 2012). Ka Eestis on läbi viidud naeri-hiilamardika resistentsuse uuringud ja leitud, et meil on piirkonniti see vägagi erinev. Neis uuringuis täiesti resistentseid populatsioone ei tuvastatud, kuid mõõdukalt resistentsete hiilamardikate leidmisest järeldati, et see probleem on ka meil süvenev (Kortspärn 2015; Kovács *et al.* 2015).

Resistentsusmehhanismide uurimine on näidanud, et sellel putukaliigil on kaks resistentsuse kujunemise mehhanismi. Üks neist on ainevahetuslik resistentsus, mida põhjustab monooksügenaaside üleproduktsoon mürgikindlamatel isenditel. Seetõttu degradeeritakse insektitsiidseid estrid enne, kui nad jõuavad toimekohta närvisüsteemis ning aktiivained lagundatakse (Nauen 2007). Ensüümid, mis on metaboolse resistentsusega seotud on tsütokroom P450, karboksülesterasid (CCE) ja glutatioon S transferasid (Zimmer 2013). Kuid sellel putukaliigil on leitud ka püretroidide toimele tekkiv nn. toimekoha tundetus. Siin tekivad toksiinide mõjul toimekoha valkudes mutatsioonid (Zimmer *et al.* 2014).

Rapsikahjuritena tuntud peitkärsakate mürgiresistentsuse kohta on vähe andmeid. Veel kümnekond aastat tagasi leiti Saksamaal, et rapsiga seotud peitkärsakad on mürkidele vastuvõtlikud ning vaid väikesel osal peitkärsakal (*C. napi*) ja varre-peitkärsakal leiti mõningane tundlikkuse langus (Heimbach *et al.* 2006). Mõned aastad hiljem leiti, et lisaks eelpool nimetatud liikidele on ka kõdra-peitkärsaka püretroidiresistentsus tõusuteel. Senini ei ole teada, millist teid pidi peitkärsakatel resistentsus kulgeb (Heimbach, Müller 2013).

Maakirpude tõrjeks kasutatakse jätkuvalt keemilist tõrjet ning näiteks Kanadas ulatub see kogu tõrjest 99%-ni (Heath 2017). Juba eelmise sajandi lõpus leiti Kanadas karbamaatsete (karbofuraan, karbarüül, oksamüül) tõrjevahendite suhtes resistentseid *Phyllotreta crucifera* (Goeze) populatsioone (Turnok, Turnbull 1994). Paar aastakümnet töödeldakse Kanadas rapsiseemneid maakirpude vastu neonikotinoididega ja nüüdseks on leitud, et seal

üks peamine liik, kurmtüübiline maakirp, hakkab muutuma seda tüüpi preparaatide suhtes resistentseks (Knodel *et al.* 2017). See maakirp esineb ka meie põldudel. Samuti on leitud, et ka Euroopas põldude pritsimisel püretroididega on hakanud kurmtüübulise maakirbu tundlikkus vähenema (Foster 2016).

Kapsa-tuhktäid teatakse paljudes rapsikasvatusmaades olevat selle kultuuri ohtlik kahjur. Kahjur ilmub siis, kui raps on jõudnud õite ja kõtrade faasi ning kahjustab seal taime kasvuperioodi lõpuni (Mahmoud, Shebl 2014; Mahmoud, Osman 2015). Põhiliselt tõrjutakse teda keemiliste preparaatidega. Kapsa-tuhktäi puhul on märgatud resistentsuse kasvu püretroidide (cypermethrin, lambda-cyhalothrin, bifenthrin ja deltamethrin) ja neonikotinoidide (imidacloprid, acetamiprid, ja thiamethoxam) suhtes (Ahmad, Akhtar 2013).

1.4 Kahjurite loodushoidlik tõrje

Nagu varem märgitud on kahjuritõrjes suureks probleemiks kujunenud nii pestitsiidide liigkasutus kui ka ebaõiged tõrjevõtted, mille tagajärjel on löögi all needki organismid, kelle vastu sellised tõrjetööd pole üldse mõeldud: inimese ja teiste soojavereliste elukeskkond on saastunud, hävivad kasulikud tolmeldajad ja kahjurite looduslikud vaenlased. Asjade selline käik on seadnud meie ette alternatiivi – otsida kahjustajate arvukuse piiramiseks selliseid meetodeid, kus tõrjutakse vaid kahjureid ning muu elustik ei satu löögi alla (Metspalu 2017).

Loodushoidlikus tõrjes tuleb arvestada, et ka kahjurid on osa looduslikust mitmekesisusest ja kuuluvad toitumisaahelasse, seetõttu ei ole nende täielik hävitamine mõistlik. (Luik 1997). Sajandite kogemus on näidanud, et inimene saab kahjurite arvukust reguleerida, rakendades selleks keskkonnasõbralikke meetodeid. Loodushoidlikul taimekaitsel on suur roll kahjustajate ennetav tõrje. Sellise meetodiga luuakse taimedele sobivad aga kahjuritele ebasobivad tingimused. Üheks selliseks näiteks on selline tõrjeviis, mille põhimõtteks on see, et põllupinnad hoitakse mitmekesisena, st. rakendatakse külvikorda, säilitatakse ja soodustatakse kahjurite looduslikke vaenlasi, piiratakse põldude suurus. Tootmistegevuses on üha suuremat tähelepanu pälvinud põlluäärsete looduslike alade rajamine ning

olemasolevate säilitamine, õigete mullaharimisvõtete kasutamine ja mitmevälja külvikordade rakendamine (Luik *et al.* 2007; Luik 2012; Metspalu 2017).

Peale selle võib taimekaitsel rakendada ka otsest tõrjet, kus kahjustatud taimed või nende osad eemaldatakse, kahjureid korjatakse ära või püütakse taimedelt liimipüünistega või siis feromoonpüünistega. Nende vastu kasutatakse ka võrke ja katteloor jne (Luik *et al.* 2007).

Oluline on vältida võõrliikide sissetoomist, kuna neil puuduvad uuel asualal looduslikud vaenlased (Luik 2012). Sellisteks hoiatavateks näiteks on aasia lepatriinu (*Harmonia axyridis* Pallas), kes oma kodumaal Kagu-Aasias on tuntud tegija kahjurite bioloogilise tõrjes. Sisse viiduna samal eesmärgil uutele asualadele, hakkas ta tugevama õigusega hävitama kõike, kes tema elukeskkonda sattusid ning praegu otsitakse kõikvõimalikke viise kuidas temast vabaneda (Roy, Wajnberg 2008).

Nüüdseks on hakatud suuremat tähelepanu pöörama loodushoidlikule taimekaitsesele, kus võetakse kasutusse taimed. Looduslikus ökosüsteemis eksisteerivad taimed ja putukad komplekselt, olles omavahel tihedalt seotud ning need suhted ning seosed varieeruvad teatud piires. Kuna taimed võivad sisaldada vägagi erinevalt toimivaid ühendeid, siis need võivad putukaid meelitada, peletada, söömist ja munemist takistada, arengut reguleerida, kuid ka neid mürgitada (Luik 1997; 2012). Lisaks võivad taime pinnakatted takistada putukate liikumist, toitumist ning paljunemist, kuna pindadel on okkaid ja karvakesi. Samuti on taimed võimelised tootma vaha, mis takistavad toitumist ja liikumist. Näiteks hiilamardikad valivad meelsamini õhukesema vahakihi ristõielisi. Vahajamate lehtedega kapsasordid olid kapsakoi suhtes resistentsemad, kui õhukese vahakihi sordid (Bernays, Chapman 1994).

Juba eelmise sajandi lõpus selgus, et mitmed taimsed toimeained osutusid tõhusaiks ka nende kahjurite vastu, kes olid resistentsed sünteetilistele pestitsiididele. Kuid samaväärselt on teadlaste töölaual kahjurite, röövtoiduliste ning parasitoidide vastastikuste suhete ja neid mõjutavate tegurite uurimine (Metspalu 2017).

Üldtuntud on looduses nn. bioloogiline kontroll – keskkonnasõbralik kahjuritõrje viis, kus ühe organismi kontrollimiseks kasutatakse teist tüüpi organisme (parasitoide, baktereid, viiruseid, seeni, ainurakseid jne). Bioloogilise kontrolli tõhusus sõltub paljude muude tegurite kõrval ka kahjurite ja nende looduslike vaenlaste arvust ning kokkusattumusest

(Hoddle, Drieche 2009). Kasulike organismide efektiivsus putukkahjurite tõrjes sõltub nende aeg-ruumilisest kokkusattumusest peremeestega, kuid nende tõhusust mõjutavad ka paljud teised tegurid. Olulised kahjurite arvukuse piirajad on parasitoidid (Metspalu 2017).

1.4.1. Parasitoidid kahjuritõrjes

Parasitoidid on putukad, kelle vastsed arenevad teise elusorganismi ressursside arvelt. Selleks munevad valmikud peremeesputuka peale (ektoparasitoidid) või sisse (endoparasitoidid) ja munast kooruv vastne hakkab toituma peremeesorganismist. Kui need, kellest toitutakse on meie mõistes kahjurid, on parasitoidid nende arvukuse olulised reguleerijad (Veromann 2006).

Parasitoidi valmik on väike, tiibadega (kiletiivaline, kahetiivaline) putukas, kes toitub peamiselt nektarist ja õietolmust. Parasitoidi vastne aga toitub peremeesorganismi kudedest, esialgu vaid vähetähtsatest organitest, et hoida toit elusana, hiljem kui arengujärk on läbitud, hävitatakse ka elutähtsad organid (Godfray 1994). Parasitoidi ja parasiidi erinevus seisneb selles, et parasitoidi puhul peremeesputukas sureb alati, parasiitide puhul ei pruugi lõpp olla letaalne (Veromann 2006).

Vähesed parasitoidide liigid on spetsialiseerunud vaid üht liiki toiduallikale, enamasti kasutatakse arengu ja paljunemispotentsiaalina ära laiem ring peremeesliike. Need võivad siis olla kas ühte putukaperekonda kuuluvaid isendid või ka ökoloogiliselt omavahel seotud erinevad putukaliigid (Veromann 2003). Toitumiskohtade järgi eristatakse kaht suurt rühma. Esimesed neist, kes toituvad peremehe keha pinnal, nimetatakse ektoparasitoidideks. Selliseks on näiteks kõdra-peitkärsaka parasitoid *Trichomalus perfectus* (Walker). Endoparasitoidid toituvad aga peremeeste kehas. Selliseks parasitoidiks on näiteks hiilamardika vastseparasitoid *Diospilus capito* Nees. Parasitoidi või peremehe kehas olla üks, mõni või väga palju. Viimase näiteks on näiteks suur-kapsaliblika vastseparasitoid juuluklane *Cotesia glomerata* L. (Veromann 2006).

Nii kiletiivaliste (kiresvaablased, käguvamplased jt) kui ka kahetiivaliste (kägukärblased) hulka kuuluvad liigid kuuluvad tähtsamate taimekahjurite parasitoidide hulka. Nende

hulgas on valmiku-, muna-, vastse- ja nukuparasitoide, kes siis munevad oma munad vastavalt peremeesputuka munasse, vastsesse, nukku või valmikusse või ka nende peale (Veromann 2006). Parasitoidi arengu tagajärjel on peremeesputuka elutegevus tugevasti häiritud, eriti aga parasitoidivastse arengu lõpuetapil. Siis peremees ei söö enam üldse või sööb vähem kui liigikaaslased, kes ei ole parasiteeritud. See vähendab taimedele tekkivaid kahjustusi ja mõjutab kahjurputukate järgneva aasta põlvkonna arvukust (Luik *et al.* 2007).

1.4.2 Ristõieliste olulisemate kahjuritega seotud parasitoidid

Suur-kapsaliblika (*Pieris brassicae* L.) ja väike-kapsaliblika (*P. rapae* L.) kui ristõieliste õlikultuuride tuntumate kahjuri arvukust vähendab oluliselt kapsaliblika juulukad *C. glomerata* ning *C. rubecula* (Marshall). Näiteks Indias leiti, et suur-kapsaliblika vastsetest oli 86% parasiteeritud (Kumar 2011), Taanis aga oli kuni 82 % vastseist parasiteeritud (Coleman *et al.* 1996). See parasitoid võib ka Eesti oludes väikestel põllulappidel hävitada suur-kapsaliblika röövikud kuni 90%-ni (Metspalu, Hiiesaar 2002). Arvatakse, et suur-kapsaliblika röövikute toitumisel tekivad kapsalehes vigastuse tagajärjel sellised lenduvad ühendid, mis annavad *Cotesia* valmikule teada kahjuri olemasolust (Edwards, Wratten 1987). Selle parasitoidi puhul tuleb märkida, et parasiteeritud suur-kapsaliblika röövik hukkub siis kui valmistub nukkuma, alles siis hävitab juulukas rööviku elutähtsad organid ja lahkub röövikust. Seega on röövik jõudnud toidutaimet kahjustada ning antud aastal pole parasitoidil kapsaste kahjustusele mingit mõju. Selline suur parasiteeritus mõjutab aga kahjuri arvukust kindlasti järgmisel aastal. Siiski, suur-kapsaliblika valmikud on hea rännuvõimega ning tulevad meile igal aastal sisse (Metspalu suulised andmed). Suur-kapsaliblika nukuparasitoidina on meil tuntud *Pteromalus puparum* L.

Ristõielisi õlikultuure võivad kahjustada ka kapsakoi röövikud. See on meile sisse rändav liik, mis on mõnel aastal vägagi arvukas ning siis ohustab ka ristõielisi õlikultuure. Sellel üle maailma levinud kahjuril on arvukalt looduslikke vaenlasi. Kirjanduse andmeil on temaga seotud üle 90 parasitoidi liigi (Talekar, Shelton 1993). Munaparasitoididest on enamlevinud *Trichogramma*, keda leidub ka meil looduses. Vastseparasitoididest on olulisemad kiletiivaliste seltsi kuuluvate perekondade *Microplitis*, *Cotesia* ja *Diadegma* esindajad. Nukuparasitoididest on tuntud *Diadromus* sp. (Metspalu, Hiiesaar 2002).

Ristõieliste õlikultuuride üheks tähtsamaks kahjuriks on kõikjal rapsikasvatuse piirkondades kujunenud naeri-hiilamardikas. Temaga on seotud arvukalt parasitoidi, kellel on kindlasti oluline osa arvukuse kontrollis. Veromanni (2006) andmeil on sellel kahjuriliigiga seotud peamiselt 9 parasitoidi liiki: *Tersilochus heterocerus* (Thomson), *Phradis morionellus* (Holmgren), *Passalus interstitialis* (Peck), *Aneuclis incidens* (Thomson), *D. capito*, *Blacus nigricornis* Haeselbarth, *Eubazus sigalphoides* (Marshall) ja *Brachyserphus parvulus* (Nees). Enamlevinud neist on *P. morionellus*, *T. heterocerus* ja *D. capito* (Ulber *et al.* 2010). Need liigid domineerivad ka Eestis (Kaasik *et al.* 2014a).

Kõdra-peitkärsakas on Euroopas oluline kahjur, kes aga Eestis senini võtmekahjuriks ei ole kujunenud. Temaga on seotud Euroopas enam kui 30 erinevat parasitoidi liiki. Kõige sagedamini leitakse *Trichomalus perfectus* (Walker), *Mesopolobus morys* (Walker), *Stenomalina gracilis* (Linnaeus) (Williams 2010). Eestis on kõdra peitkärsakaga seotult olnud arvukam *M. morys* ning temale järgneb *T. perfectus* (Veromann 2003, 2006; Kovacs *et al.* 2017).

Varre-peitkärsakal teatakse olevat looduslikuks vaenlaseks vastseparasitoid *Tersilochus obscurator* (Aubert) (Metspalu, Hiisaar 2002).

Juure-peitkärsaka vastsetes parasiteerib juuluklane *Diospilus oleraceus* Haliday (Metspalu, Hiisaar 2002).

Maakirpude ning parasitoidide vaheliste suhete kohta on vähe uuringuid. See on eeskätt tingitud sellest, et enamuse ristõielistega seotud maakirbu liikide vastsetel on varjatud eluviis, nad arenevad ja toituvad valdavalt mullas. Valmikutest on leitud juuluklast *Microctonus vittatae* Muesebeck. Teada on, et suure maakirbu (*Ph. nemorum* L.) vastseparasitoid on *Diospilus morosus* Reinhardt. Selle vastseparasitoidi avastamine on lihtsam, sest suure maakirbu vastsed elavad taimelehtedel. Seda parasitoidiliiki on leitud ka peitkärsakate vastsetest (Ekbom 2010). Vastsetest on leitud ka eulofiid *Eulophus* sp. (Metspalu, Hiisaar 2002).

Kapsa-tuhktäi tuntud kiletiivaline vastseparasitoid on lehetäikireslane *Diaeretiella rapae* (McIntosh). See liik on levinud ka meie kapsa-tuhktäi kolooniates. Sellised parasitoidi kandvad tuhktäid on teiste hulgas kergesti märgatavad. Nende keha on pundunud ning nad on pruunika või mustja värvusega. Kahjurikoloonias võib esineda ka lehetäikireslane

Praon volucre (Haliday) ja afiidius *Aphidius matricariae* Haliday. Tuntud lehetäide hävitaja on pahksääsklane *Aphidoletes aphidimyza* Rondani (Metspalu, Hiisaar 2002).

1.4.3 Püünistaimed ning nende toimemehhanismid

Taimekahjurite arvukuse reguleerimisel selliste keskkonnasõbralike strateegiate väljatöötamiseks, kus oluline osa on taimedel, on tähtis teada, millised taimest lähtuvad stiimulid mõjutavad putukate käitumist ning toidutaimede valikul otsuste tegemist. Teatavasti on igale taimeliigile omased morfoloogilised ja keemilised kaitsemehhanismid, mis mõjutavad potentsiaalse kahjuri käitumist (Luik 1997).

Putukaliikide arvukust on võimalik mõjutada teatud taimeliikidega, et vähendada põldudel putukate poolt tekitatavaid kahjustusi (Luik *et al.* 2007). Üheks võimaluseks on atraktiivsete taimedega meelitatakse kahjur põhikultuurilt eemale. Taimi saab kaitsta erineval viisi: takistades kahjureid taimedeni jõudmast või koondades kahjurid põlluosadesse, kus neid saab hävitada (Kambrekar 2015).

Püünistaimede kasutamine on selline taimekaitseviis, kus suurema majandusliku väärtusega põhikultuuri kasvatamisele kaasatakse ribade või lappidena kahjurile meeldivam või kasvufaasi poolest sobivam taim (Hokkanen 1991; Shelton, Badenez-Perez 2006). Palju varem kui kasutusele võeti sünteetilised pestitsiidid, kasutati püünistaimi erinevate viljelusviiside osadena (Talekar, Shelton 1993) ja tänu vaid kemikaalide esialgsele võidukäigule jäi taimsete püüniste arendamine tahaplaanile. Insektitsiidide negatiivne mõju inimesele ja keskkonnale, kahjuritel üha süvenev resistentsus on selle tõrjeviisi jällegi esiplaanile tõstnud (Shelton, Badenes-Perez 2006). Oluline osa on ka mahetootmisel, kus keemiliste preparaatide kasutamine on keelatud.

Taimepüüniste tööprintsip seisneb selles, et kasutatakse ära igale putukale omaseid kindlaid eelistusi taimeliikide, arengufaaside ja sortide osas, sest valikuvõimalusel valib putukas ikka kõige meelepärasema. Seega põhineb meetod putuka käitumisega manipuleerimisel. Kasutatakse ära putuka haistmis- (taimelõhnad), kompimis- (pinnakatete struktuur) ja nägemismeeli (taime värvus) ning arvestatakse sellega, et igal liigil on oma

kindlad eelistused toidu- ja paljunemispaijade leidmisel. Kahjurid meelitatakse kaitsmist vajavast kultuurist atraktiivsemale taimeliigile ning oluline on, et ta püsib seal seni kuni jätkub eluruumi ja toitu. Lähikonnas paiknev põhikultuur jääb seega kahjuri tähelepanu alt välja. Püünistaimede valikul on Rhoadese (2018) järgi kaks põhilist suunda. Esiteks, kasutatakse sama põhikultuuri, mida tahetakse kaitsta, aga külvatakse seda põlluservadesse või kultuuri keskele vaheribadena ajaliselt varem ning see toimib kahjurile nii toidu- kui paljunemispaijana. Tingimus on siin selline, et kohale saabunud kahjurid tuleb hävitada enne kui põhikultuur jõuab kahjuri jaoks sobivasse faasi. Teise meetodi puhul kasutatakse püünistena täiesti teisi taimeliike. Siin on peamine see, et nad oleksid atraktiivsemad kui põhikultuur ning kahjur ei lähekski neilt taimedelt minema. Siiski, ka siin on oluline kahjuri õigeaegne süsteemist eemaldamine. Enamasti kasutatakse püünistaimede poolt asustatud kahjurite hävitamiseks pestitsiide, mida kulub vähem, kuna töötlemist vajav pind on väiksem. Samuti on võimalik püünistaimed koos kahjuritega sisse künda (Metspalu 2017).

Mitmete uurijate arvates eelistab näiteks naeri-hiilamardikas rüpsi rapsile ja seda peetakse selle kahjuri tõrjumisel üheks potentsiaalseks püünistaimeks (Hokkanen *et al.* 1986; Buechi 1990; Cook *et al.* 2007a). Rüpsi kui püüniskultuuri ulatuslikke uuringuid on läbi viidud Inglismaal (Cook *et al.* 2007b).

Tänapäeval katsetatakse püünistaimi enamasti ristõieliste aiakultuuride, eriti kapsa kaitsmiseks. Enamasti istutatakse püünistaimed ümber kaitstava kultuuri. Näiteks maakirpude püüdmiseks on katsetatud püünistaimena lehtsinipit (*Brassica juncea* (L.) Cern.) (Metspalu 2017).

Ühes läbiviidud uuringus saadi häid tulemusi kui lehtkapsalappide ümber istutati hiina kapsast. Pekingi lehtnaeris (*Brassica rapa* L. susp. *pekinensis*) püüdis hästi maakirpe ja kapsakoid. Veel paremaks kahjurite püüdmise viisiks oleks kui püünistes vanemaid taimi asendatakse pidevalt noorematega. USA-s on borkoli e.spargelkapsa (*B. oleracea* L. var. *italica*) kaitsmiseks maakirpude eest kasutatud käharat lehtsinipit (*B. juncea* var. *crispifolia* L.H.Bailey). Põldsinep ja harilik müürlook (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heunh.) on heaks püünistaimeks kapsapõllul, sest nad hakkavad kevadel varakult arenema. Arvatakse, et tänu erinevale glükosinolaatide koosseisule ning sisaldusele meelitavad need taimed kahjureid ligi (Bhattacharyya 2017; Knodel *et al.* 2018).

Maaülikooli katsetes aitas naeri kasvatamine piirata kahjurite (maakirpude) arvukust valgel peakapsal (Kiis 2016) ning õlikultuuridest leiti naeri-hiilamardika püüdmiseks sobivat must (*B. nigra* (L.) Koch) ja valge sinep (*Sinapis alba* L.) ning ka õlirõigas (Veromann *et al.* 2012; Kaasik *et al.* 2014a). Osadel juhtudel tõmbab veetlev taim kahjuri enda peale munema aga muna või vastne ei hakka edasi arenema. Neid nimetatakse „surmavateks taimedeks“ (*dead end crops*). Kaarkollakas (*Barbarea vulgaris* R. Br. subsp. *arcuata* (Opiz) Hayek) on näiteks üks sellistest taimedest (Shelton, Badenes-Perez 2006).

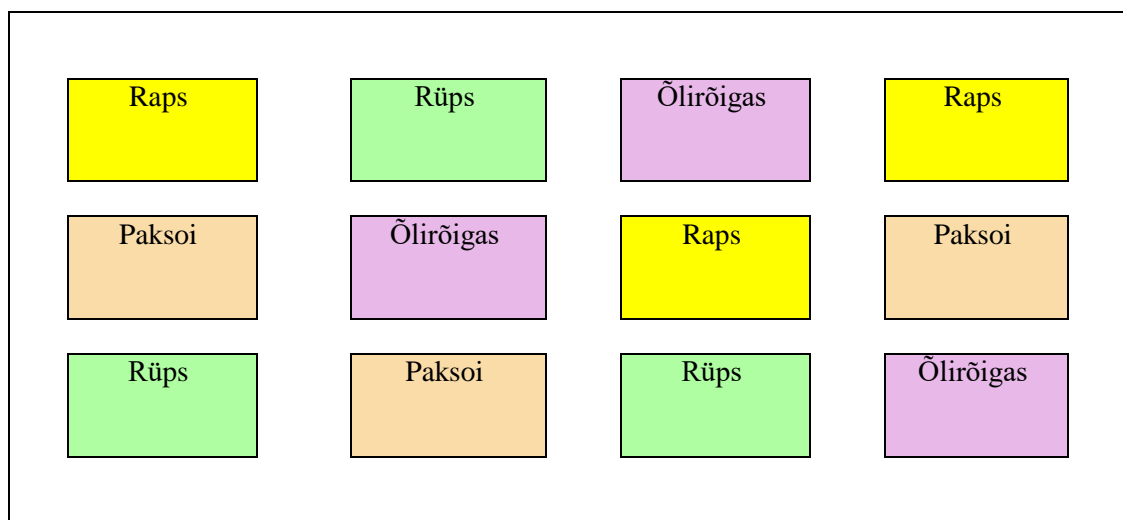
Kuid siiski tuleb meeles pidada, et püünistaimede kasutamine nõuab hoolikat kontrolli, sest kui püünistaimedes tekib kahjuritel eluruumi kitsikus, siis liiguvad nad kindlasti edasi põhikultuurile. Avastatud kahjurid peab seega kohe likvideerima. Lisaks tuleb tõdeda, et kõiki kahjureid ei ole võimalik püünistaimedega püüda (Metspalu 2017).

2. MATERJAL JA METOODIKA

2.1 Katsedisain

Katse viidi läbi Eesti Maaülikooli katsepõldudel Tartus, Eerikal 2017 aasta suvekuudel. Katseala koosnes 12st katselapist, igaüks suurusega 4 m². Iga lapi ümber oli 1 meetri laiune taimikuta eraldusriba (joonis 2).

Katses oli kokku neli erinevat kultuuri – suviraps, paksoi, rüps ja õlirõigas. Ristõielised külvati lappidele 8. mail, igale lapile 6 taimerida. Paksoi kasvatati laboris 2–3 pärislehe faasi ja istutati põllule koos mullapalliga siis, kui õlikultuuridel ilmusid esimesed pärislehed.



Joonis 2. Kultuuride katseskeem Eesti Maaülikooli Eerika katsepõllul, 2017. aastal.

2.2 Katsematerjali kogumine

2.2.1 Raputusmeetod

Andmete kogumisega alustati 12. juunil, kui kultuurid olid 9...13 kasvufaasis ning koritati kord nädalas igal esmaspäeva hommikupoolikul. Ristõielistelt (raps, rüps, õlirõigas, paksoi)

putukate (nii kahjurid kui parasitoidid) püüdmiseks kasutati raputusmeetodit (Williams *et al.* 2003). Selleks võeti igalt katselapilt juhusliku valikuga 10 taime, mille peavart löödi kolm korda vastu valge kogumisnõu (280x220x90 mm) (joonis 3) põhja. Anumasse kukkunud putukad koguti kokku ning pandi (iga proov eraldi) väikesesse suletavasse purki (joonis 4), mis markeeriti. Igal purgil oli kuupäev ja raputatud ristõielise nimi ning korduse number. Proovidega topsid viidi laborisse ning paigutati sügavkülma, kus neid hoiti kuni määramiseni. Putukad määrati morfoloogiliste tunnuste abil, kasutades binokulaari Olympus SZ-CTV (Olympus Optical Co. Ltd, Japan), vastavaid määrajaid ning õppetooli referentskogusid.



Joonis 3. Valge kogumisnõu
(Sandra Jürgensi foto).



Joonis 4. Suletatav purk koos
hiilamardikatega (Sandra Jürgensi foto).

2.2.2 Parasitoidide väljakasvatus

Selleks, et määrata kõdra-peitkärsaka vastsete hulka kaunades ning nende võimalikku parasiteeritust (Veromann *et al.* 2011) koguti igalt katselapilt igast kordusest (kõikidelt liikidelt ja kordustest) kümnelt 83-85 BBCH kasvufaasis olevat taimelt igaühelt 20 kõdra (10 peavarrelt, 10 kolmandalt kõrvalharult) eraldi markeeritud kottidesse, toodi laborisse

ning pandi vastavalt selliseks väljakasvatamiseks ette valmistatud tetrapakkidesse. Lahtine külg liimiti kinni tumeda kattelooriga, et kõtradest väljunud putukad välja ei pääseks (joonis 5). Väljakasvatuskarpe hoiti laboris kuu aega. Seejärel pakendid avati ning vaadati läbi. Kõtradest väljunud kõdra-peitkärsaka vastsed ja parasitoidid loendati, kõdrad avati ja loendati ka kõtradesse jäänud vastsed ja parasitoidid. Parasitoidid määrati. Samuti arvutati kõdrasääse poolt nakatatud proovide hulk.



Joonis 5. Parasitoidide väljakasvatuseks kasutatud tetrapakid (Sandra Jürgensi foto).

2.2.3 Taimede kasvufaaside määramine

Taimede kasvufaasid määrati kord nädalas ning aluseks oli Lancashire *et al.* (1991) koodide süsteemid (tabel 1).

Tabel 1. Katsekultuuride arengustaadiumid (BBCH skaala)

Kuupäev taimed	12. 06	19.06	26. 06.	04.0 7	10.0 7	17.07	24.07	31.07	07.08	14.08	23.08
Rüps	12- 13	13- 18	50-53	56- 63	60- 65	65- 69	67- 69	69- 71	71-76	76-80	80- 85
Raps	09- 10	10- 11	30-33	33- 39	50- 55	59- 63	60- 65	65- 69	65-71	71-76	76- 80

Paksoi		12-13	50-55	55-60	61-65	62-65	63-65	65-66	66-68	71-76	80-83
Õlirõigas	10-11	13-15	30-32	33-39	50-55	59-61	59-62	64-67	65-71	67-71	71-76

Arengustaadiumide kirjeldus

09-10 Tärkamine, idulehed mullapinnal ning avanenud

11-19 Lehtede areng

1-9 pärislehe moodustumine.

20-29 Leheroseti moodustumine

20 – külgharusid ei ole, 29 – 9 või rohkem külgharusid nähtaval

30-39 Varsumine, sõlmevahed ilmuvad nähtavale

30 varsumise algus, 39 – 9 või enam pikenenud sõlmevahet nähtaval, vars normaalkõrgusega

50-59 Õiepungade areng peavarrel

50 - õiepungad tipulehtede sees varjus, 59 - esimesed kroonlehed nähtaval õied suletud.

60-69 Õitsemine peavarrel

60 – esimene õis avanenud, 69 – õitsemise lõpp.

71-79 Viljumine

71 – kõtratest 10% liigi- või sordiomase suurusega, 79 – kõik peavarre kõdrad täiskasvanud

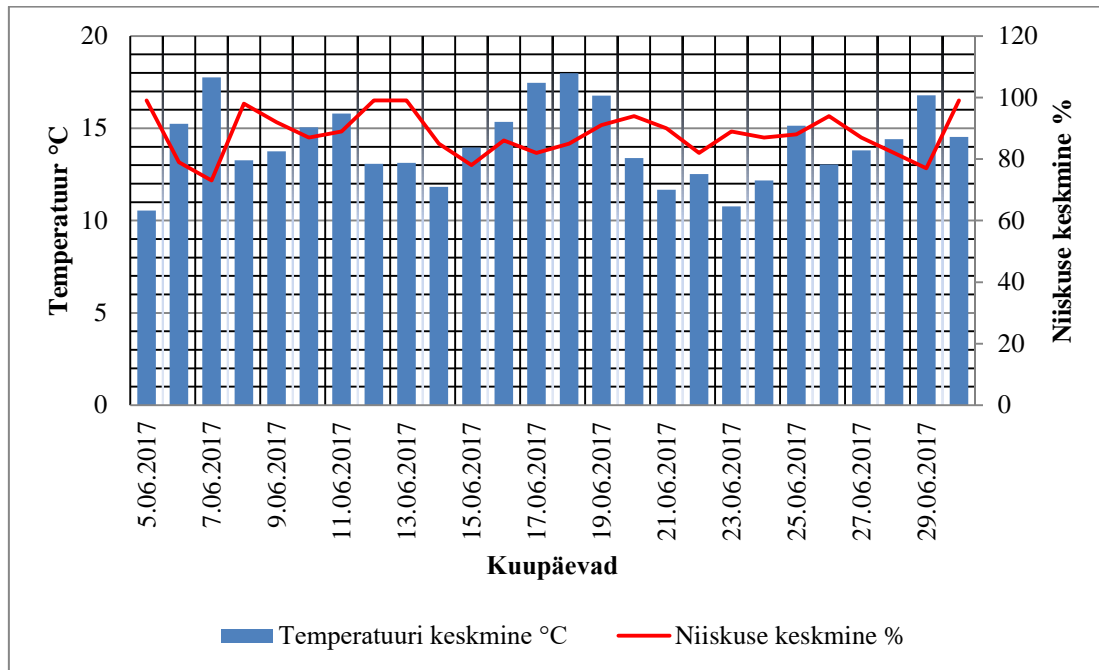
80-89 Vilja ja seemnete küpsemine

80 – seeme roheline, 89- seemned on valminud.

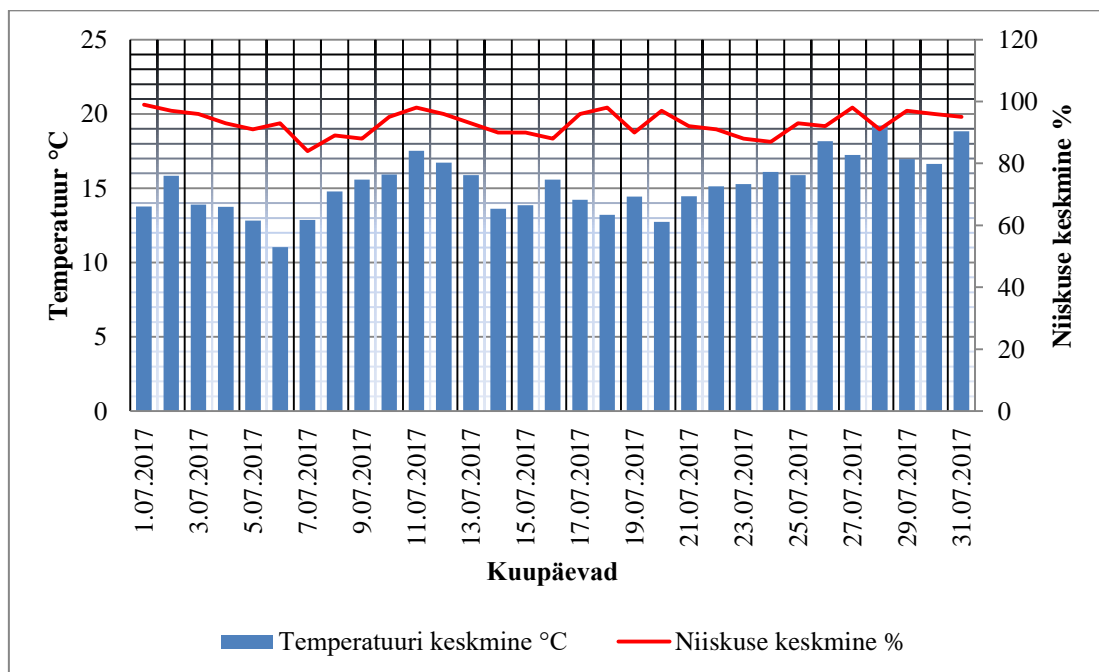
2.2.4 Kapsa-tuhktäi kolooniate loendus

Igal vaatlusel loendati katsekultuuridel kapsa-tuhktäide kolooniad ja eemaldati korduvloenduste vältimiseks need taimedelt.

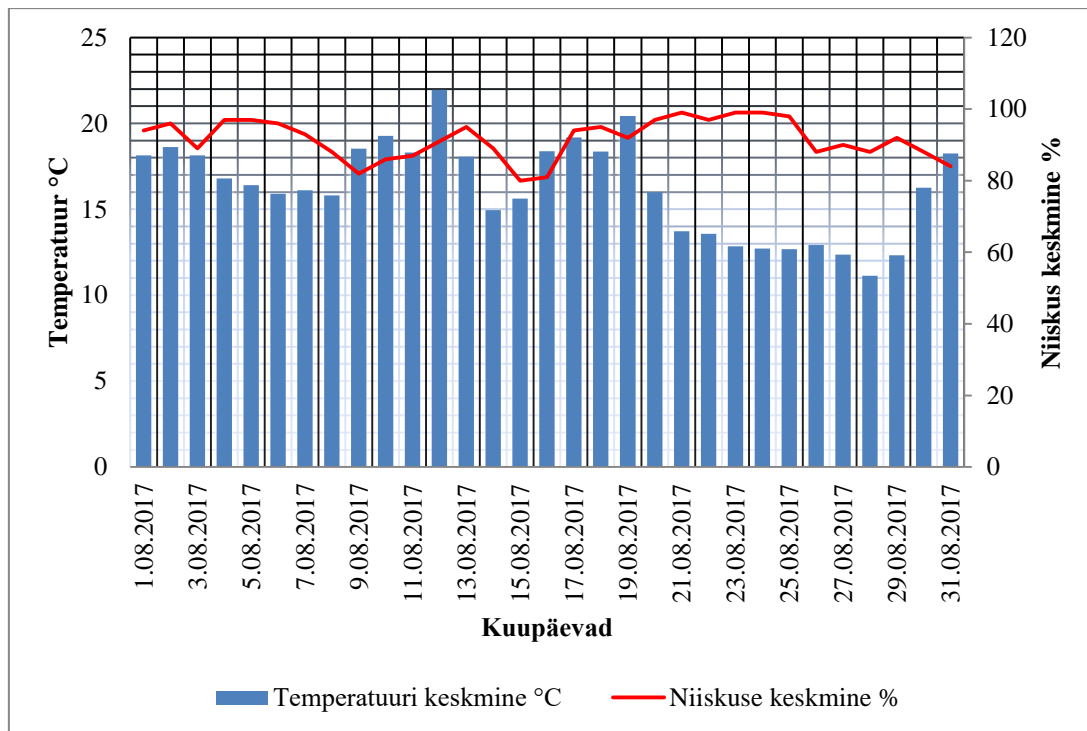
2.2.5. Ilmastik katseperioodil, juuni – august 2017



Joonis 6. Juuni keskmised temperatuurid (°C) ja niiskus (%) katsepõllul (EMÜ Eerika ilmajaama andmed).



Joonis 7. Juuli keskmised temperatuurid (°C) ja niiskus (%) katsepõllul (EMÜ Eerika ilmajaama andmed).



Joonis 8. Augusti keskmised temperatuurid (°C) ja niiskus (%) katsepõllul (EMÜ Eerika ilmajaama andmed).

2.2.6 Andmetöötlus

Andmebaaside moodustamiseks kasutati arvutiprogrammi Excel. Statistiline analüüs teostati Statistica 13.3 programmiga. Erinevused kahjurite arvukuses katsekultuuridel leiti ühefaktorilise ANOVA abil, variantide omavahelisel võrdlemisel kasutati Fisher LSD post-hoc testi ($p < 0,05$).

3. TULEMUSED JA ARUTELU

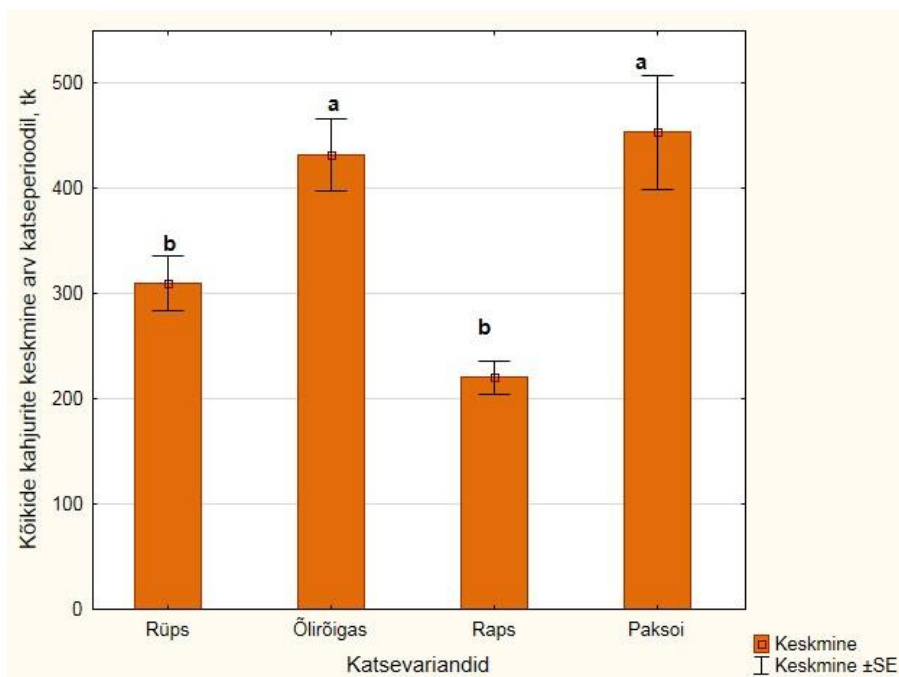
3.1 Kahjurite liigid ja arvukus katsealal

Katseperioodi jooksul püüti kokku korduste keskmisena kokku 1215 putukat. Neist naerihilamardikat 1117, kapsa-tuhktäi 66 kolooniat, kõdra-peitkärsakat 10 tk, varre-peitkärsakat 14tk. Vähemal määral veel teisi liike.

Rapsikahjurite liigiline koosseis oli antud katseaastal lähedane sellele, mis on leitud Maaülikooli katsetes suvirapsilt varasematel aastatel (Veromann *et al.* 2005; 2006, 2007). Töösse lisandus aga kõdrasääsk, mida eelpoolmärgitud töödes ei ole käsitletud. See liik ilmus rapsipõldudele mõned aastad tagasi (Kovacs *et al.* 2012). Tegemist on ohtliku kahjuriga, kes tugeva kahjustuse korral võib hävida üle 80% seemnesaagist (Williams 2010).

3.2 Kahjurite keskmine arvukus erinevatel taimeliikidel katseperioodil

Katseandmete analüüsist selgus, et kahjurite arvukuses oli taim statistiliselt oluline faktor (ANOVA; $F_{3;8} = 9,5453$; $p=0,0051$) ehk kahjurite arvukus sõltus taimeliigist (joonis 9). Variantide omavahelisel võrdlusel (Fisheri LSD test) selgus, et õlirõikalt ja paksoilt püüti katseperioodi jooksul statistiliselt usaldusväärselt rohkem kahjureid kui rapsilt ja rüpsilt. Õlirõikal oli usaldusväärsus rohkem kahjureid kui rapsil ($p=0,0028$) ja rüpsil ($p=0,0402$). Võrreldes paksoilt ning õlirõikalt püütud kahjurite arvu omavahel, siis nende vahel statistiliselt usaldusväärne erinevus puudus ($p=0,6764$). Teise tasandi kahjurite koguarvu hindamisel moodustasid raps ja rüps, neil taimeliikidel oli kahjurite arvukus kahest eelpoolnimetatud taimeliigist madalam ning nende omavahelisel võrdlusel kahjurite hulkade võrdlusel statistiliselt usaldusväärne erinevus puudus ($p=0,112$). Tuleb märkida, et just rapsile kogunes katseperioodi jooksul kõige vähem kahjureid.



Joonis 9. Kahjurite keskmine koguarv erinevates katsevariantides. Joonisele on kantud \pm standardviga. Erinevad tähed tulpadel tähistavad variantide vahelist usaldusväärset erinevust (Fisher LSD test $p < 0,05$).

Taimetoidulised putukad leiavad taimed toitumiseks ja munemiseks üles nii haistmis- kui nägemismeelte abil (Renwick, Chew 1994). Enamus ristõieliste kultuuride kahjureist on peremeestaime leidmise protsess seotud taimest lenduvate glükosinolaatide laguproduktide lõhnaga (Hopkins *et al.* 1998; Blight, Smart 1999; Renwick, Lopez 1999). Igale putukaliigile on omadus teha peremeestaime liikide vahel valikuid skaalal atraktiivseist kuni välditavateni. Neid taimeliikidele omaseid tunnuseid kasutataksegi inimese poolt ära, valides tõrjesüsteemi üheks osaks põhitaimest tunduvalt atraktiivsemad taimeliigid või siis hoopiski peletavad taimed või nende saadused (Hokkanen *et al.* 1986, 1991; Cook *et al.* 2007b).

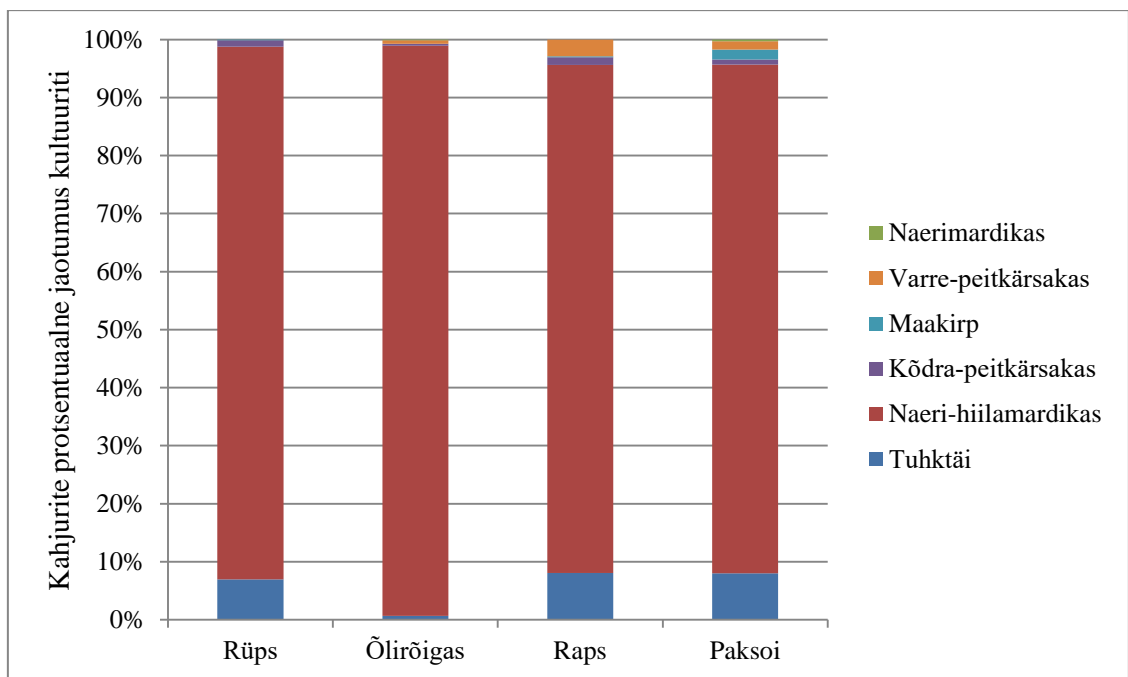
Mitme autori poolt on peetud rüpsi rapsikahjuritele, eriti naeri-hiilamardikale rapsist atraktiivsemaks, seega heaks püüniskultuuriks (Buechi 1990; Cook *et al.* 2007a). Meie tulemused kinnitasid taaskord varem EMÜ Taimekaitse osakonnas läbi viidud katsete tulemusi (Kaasik *et al.* 2014 a,b), et rüps võib küll meie oludes meelitada endale mõnevõrra rohkem kahjureid, kui raps, kuid erinevused ei ole statistiliselt usaldusväärsed, seega meie tingimustes ei saa seda taimeliiki lugeda oluliseks püüniskultuuriks naeri-

hiilamardikale. Mõningane rüpsi eelistus näib olevat tingitud rüpsi varasemast tärkamisest ning kiiremast arengust, mistõttu taime ja putuka fenoloogia on paremini sünkroonis. Tuleb lisada, et rüpsi eelistusi on leitud siiski vaid neis katsetes, kus uuriti talirapsi-rüpsi-naeri-hiilamardika vahelisi suhteid (Cook *et al.* 2007a). Eesti tingimustes on sellised katsed läbi viidud rapsi ja rüpsi suvivormidega (Kaasik *et al.* 2014 a,b).

Täiesti uueks kultuuriks, mida varem rapsikahjurite meelitamiseks katsetatud ei ole, oli antud katses paksoi. See osutus enamusele kahjuritest atraktiivseks kultuuriks, milles nähtavasti mängivad osa taime keemiline koostis, kiire areng, pidev kõrvalharude teke, mis tagab pikaajalise sobivate õiepungade olemasolu, pikale veninud õitsemise ning kõtrade valmimise. Atraktiivseks osutus ka õlirõigas, mille olulisteks omadusteks on samuti suhteliselt pikk kasvu- ning õitsemise periood, pikaajaline kõrvalharude moodustumine, aga kindlasti ka kahjuritele sobivate lenduvate ühendite kompleks ning taime keemiline koostis (Veromann *et al.* 2012).

3.3. Kahjurite liigiline jaotumus (%) erinevatel kultuuridel

Kahjurite liigilise jaotumuse analüüsist (joonis 10) selgus, et kõikidel katsetaime liikidel domineeris naeri-hiilamardikas, kes rüpsil moodustas 91,9%, õlirõikal 98,3%, rapsil 87,6% ning paksoil 87,8% kõikidest kahjuritest. Arvukuselt järgmiseks kahjuriliigika oli kapsa-tuhktäi, kelle kolooniad moodustasid rapsil 8,1%, paksoil 8,0% ja rüpsil 6,9% kahjurite keskmisest koguarvust. Õlirõikalt ei leitud katseperioodi jooksul kapsa-tuhktäi kolooniaid. Varre-peitkärsakat oli enim rapsil, moodustades koguarvust 2,9%, rapsil ja paksoil jäi arvukus alla poole protsendi. Rüpsilt seda kahjuriliiki ei püütud. Kõdra-peitkärsaka osakaal nii rapsil kui rüpsil moodustas ligikaudu ühe protsendi. Õlirõikal moodustas selle kahjuri osakaal 0,3%. Teiste kahjurite arvukuse osakaalud olid marginaalsed.



Joonis 10. Kõikide kahjurite liigiline jaotumus erinevatel kultuuridel katseperioodi jooksul kokku.

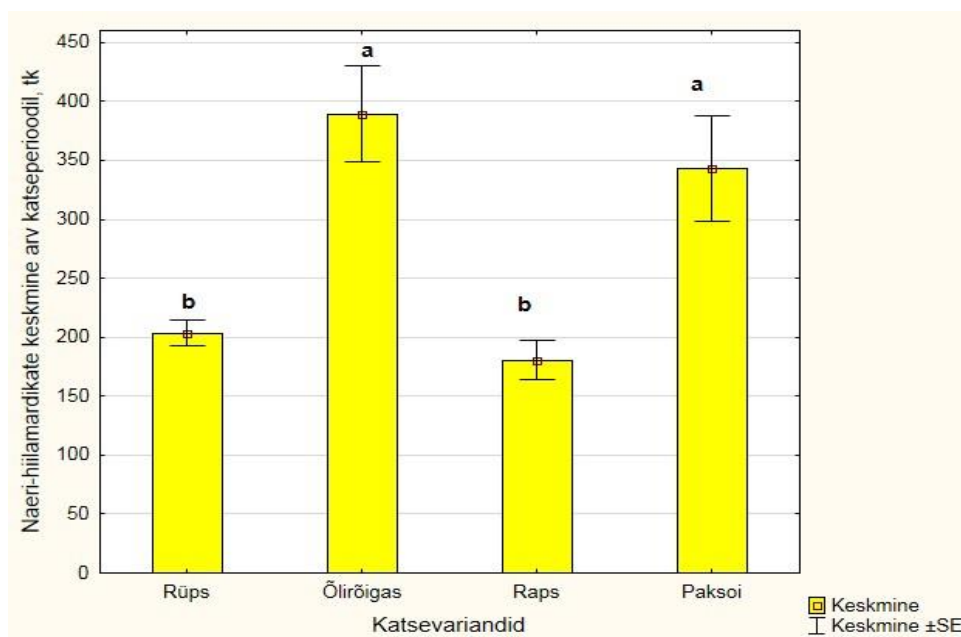
Katsest järeldus, et taimeliik mõjutas vaid vähesel määral liikide koosseisu ning arvukuse omavahelist suhet. Neist tulemustest järeldub, et rapsi kaitseks püünistaimede valikul tuleb lähtuda eelkõige naeri-hiilamardika kui arvukaima kahjuriliigi, niinimetatud võtmekahjuri eelistustest.

3.4 Naeri-hiilamardikate valmikute keskmine arvukus erinevatel katsekultuuridel

Antud töös käsitletakse vaid naeri-hiilamardikat. Kuigi proovidesse tuli, eriti juuni lõpust alates ka sinepi hiilamardikat (*M. viridescens* F.), oli arvukus madal ning ta lülitati katsest välja.

Tulemuste võrdlemisel selgus, et taimeliik oli naeri-hiilamardika arvukuse erinevustes statistiliselt oluline faktor (ANOVA; $F_{3,8}=10,38$; $p=0,0039$) (joonis 11). Variantide omavaheline võrdlus (Fisheri LSD test) näitas, et nii õlirõikalt ($p=0,001$) kui ka paksoilt

($p=0,006$) saadi katseperioodi jooksul kokku rohkem naeri-hiilamardika valmikuid kui rapsilt. Vähem kogunes mardika valmikuid ka rüpsile ning sealgi oli nende arvukus statistiliselt usaldusväärselt madalam kui õlirõikal ($p=0,003$) või paksoil ($p=0,01$). Kuigi võrreldes hiilamardika valikute arvu rüpsil ja rapsil, koguti esimesena nimetatud taimeliigilt mõnevõrra rohkem mardikaid, kui rapsilt, ent erinevus ei olnud statistiliselt usaldusväärne ($p=0,62$). Kuigi õlirõikalt püüti katseperioodi jooksul küll kõige enam mardikaid, puudus arvukuselt teisel kohal oleva paksoiga võrdlemisel nende vahel statistiliselt usaldusväärne erinevus ($p=0,33$).



Joonis 11. Naeri-hiilamardika (*M. aeneus*) valmikute keskmine arvukus katseperioodi jooksul kokku erinevatel katsekultuuridel. \pm SE on standardviga. Statistiliselt usaldusväärsed erinevused on märgitud erinevate tähtedega (Fisheri LSD test, $p<0,05$).

Naeri-hiilamardika valmikute valikuid nii toitumiseks kui munemiseks mõjutavad eelkõige taime keemiline koostis kuid ka kasvufaasid (Cook *et al.* 2007a; Veromann *et al.* 2012; Kaasik *et al.* 2014 a,b). Selle kahjuriliigiga varasematel aastatel läbi viidud uuringute tulemustest on selgunud, et paljudel juhtudel eelistas see kahjur rapsile rüpsi (Cook *et al.* 2007a). Eelistuste põhjuseid täpselt ei teata, kuid meil on põhjust arvata, et suvirüpsi puhul on selleks just tema rapsist kiirem areng (Metspalu *et al.* 2011; Kaasik *et al.* 2014a).

Antud katseaastal olid ilmastiku tingimused (joonised 6,7,8) kultuuride arengut pidurdavad, mistõttu ka rüpsi areng oli pidurdunud. Ilmastikutingimused juuni alguses pärssisid ka kahjuri elutegevust. Rüpsilt koguti seetõttu vaid veidike rohkem mardikaid kui rapsilt (joonis 8). Rüpsi edasine areng oli aga märgatavalt kiirem kui rapsi. Nagu märgitud, leiavad putukad taime üles valdavalt lõhnade abil, millele lisanduvad nägemismeele abil fikseeritav taime värvus. Niisiis ka hiilamardika taimele orienteerumine toimub peamiselt peremeestaime lõhna, kuid ka õite kollase värvuse järgi (Cook *et al.* 2007b; Williams 2010). Edukaks kujunes selles katses paksoi, kes oli kiire arenguga ning õiepungad ilmusid rüpsiga üheaegselt, järgnes pidev uute võrsete areng ning taimest moodustus pikalt ja rohkelt õitsev, kollaste õitega puhmik. Sellele, et naeri-hiilamardika taimede valikul ei ole esmatähtsus õite värvusel viitab asjaolu, et katsete käigus kõige atraktiivsemaks osutunud õlirõika õied on lillat värvi. Määravaks on seega taimelõhn, kuid vähemtähtis ei ole ka kasvufaas. Õlirõigas on teatavasti väga pikalt õitsev ja üha uusi harusid moodustav taim.

Seega on alust arvata, et naeri-hiilamardikas ei lähtu valikul kindlatesse perekondadesse kuuluvatest taimeliikidest vaid valik toimub eelkõige liigile omaste ning valmikuile atraktiivsete taimelõhnade abil ning õite värvusel on teisejärguline tähtsus. Seda kinnitab ka asjaolu, et osa mardikaid tulevad peremeestaimele juba taimede varases kasvufaasis (31–39 KF) ning valdav enamus neist roheliste pungade faasis (50–53 KF) (Metspalu *et al.* 2011; Veromann *et al.* 2012; Kaasik *et al.* 2014 a).

Töö tulemustest järeldub ka, et vaatamata sellele, et raps, rüps ja paksoi kuuluvad sama kapsasrohu (*Brassica*) perekonda, on nende atraktiivsuses naeri-hiilamardika valmikutele erinevusi, kusjuures raps oli selle katse tingimustes oluliselt vähem atraktiivne kui näiteks paksoi. Kõige enam mardikaid ligi tõmmanud õlirõigas kuulub aga hoopis perekonda rõigas (*Raphanus*). Samas, õlirõigas ja paksoi kuuludes erinevatesse taimeperekondadesse, olid enam vähem ühesuguse ligitõmbavusega. Tulemused on vastuolus Ekbomi ja Borgi (1996) järeldustega, kes leidsid, et kapsasrohu perekonda kuuluvad taimeliigid on naeri-hiilamardikale alati atraktiivsemad kui teistesse perekondadesse kuuluvad taimeliigid.

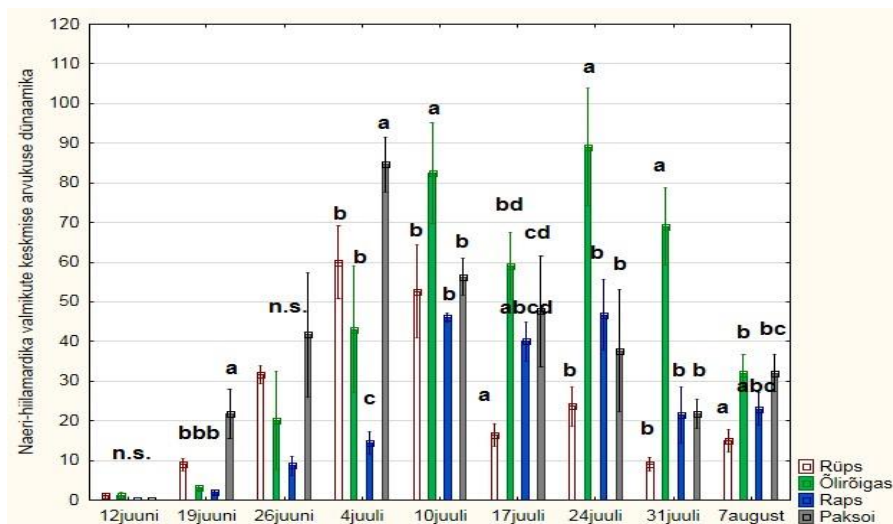
Naeri-hiilamardika rohkus paksoil oli kindlasti tingitud selle taimeliigi kiirest kevadisest arengust ning pikale veninud õitsemisperioodist, pakkudes toiduressurssi ka sel ajal, kui teised taimeliigid ei olnud veel õitsemist alustanud (raps) või juba lõpetanud (rüps). Õlirõigas arenes küll kasvuperioodi alguses aeglaselt, kuid tema areng ja õitsemine kestsid väga pikka aega, varustades nii naeri-hiilamardika valmikuid toiduga. Rüps seevastu

arenes kiirelt ja lõpetas õitsemise enne ülejäänud katsekultuure. Mardikad aga vajasisid veel toitumiseks sobivaid pungi, mida rüps enam ei pakkunud. Raps oli aga katsekultuuridest kõige aeglasema arenguga. Seega mängis naeri-hiilamardika toidu- ja paljunemistaimede valikus olulist rolli ajafaktor. Mardikate madal koguarv rapsil näitab, et samas aeग्रूमis kasvatatud teised taimeliigid pakkusid naeri-hiilamardikale nii varasemat kui ka rikkalikumat toiduressurssi ning sobivaid munemispaidu.

Tulemustest järeldub, et rapsi uue naeri-hiilamardika vastase tõrjestrategie (peleta-meelita) arendamisel tulevad taimepüünistena arvesse nii rüps, õlirõigas kui ka uue taimeliigina paksoi, kes rapsiga ühes süsteemis kasvatades olid naeri-hiilamardikale atraktiivsemad ning selle rapsil oli neid suhteliselt vähe.

3.4.1 Naeri-hiilamardika valmikute arvukuse dünaamika

Naeri-hiilamardikate valmikute arvukuse dünaamika (joonis 12) näitab, et keskmine arvukus oli kõige madalam 12ndal juunil ning hakkas siis järjest tõusma, kõige suurem arvukus oli 10ndal juulil. Kõige rohkem naeri-hiilamardikaid leiti õlirõikalt.



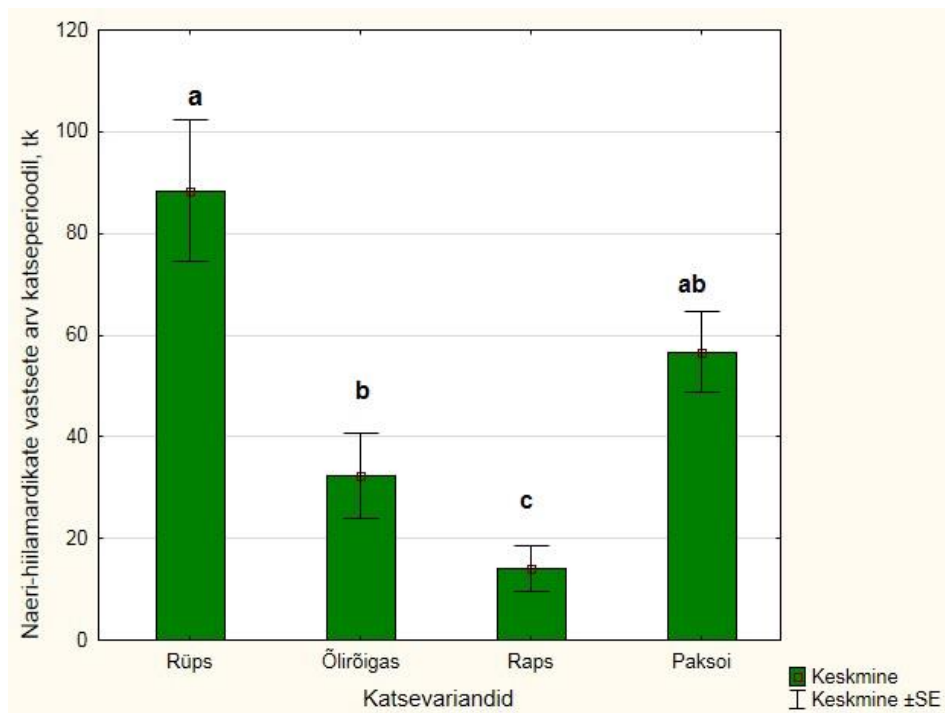
Joonis 12. Naeri-hiilamardika valmikute korduste keskmise arvukuse dünaamika erinevates katsevariantides. Joonisele on kantud \pm standardviga. Erinevad tähed tulpadel tähistavad variantide vahelist erinevust (Fisheri LSD test: $p < 0,05$), n.s. tähendab, et erinevusi pole.

Viimasel loendusel (7 august) oli keskmine arvukus katsevariantides üsna sarnaselt kõikjal langustrendil, kuid madalaim arvukus oli rüpsil. Fisher LSD test näitas, et rapsi arvukus ei erinenud rüpsist ($p=0,2032$), õlirõikast ($p=0,1576$) ja paksoist ($p=0,1576$).

3.5 Naeri-hiilamardika vastsete keskmine arvukus katsekultuuridel

Selle katsega selgitati naeri-hiilamardika paljunemiseelistused ning vastsete arvukuse korrelatsioon valmikute arvuga. Analüüs näitas, et vastsete arvukus sõltus usaldusväärselt taimeliigist (ANOVA; $F_{3,8}=11,867$; $p=0,0026$; joonis 13). Variantide omavahelisel võrdlusel (ANOVA; Fisheri LSD test) selgus, et kõige vähem vastseid saadi rapsilt, sellele järgnes õlirõigas. Nende omavahelisel võrdlusel puudus usaldusväärne erinevus ($p=0,202$). Kõige enam saadi vastseid rüpsilt, neid oli seal statistiliselt usaldusväärselt rohkem kui õlirõikal ($p=0,002$), rapsil ($p=0,000$) või paksoil ($p=0,012$). Järgmine valik oli naeri-hiilamardikal paljunemiseks paksoi. Sellelt taimeliigilt saadi usaldusväärselt rohkem vastseid kui rapsilt ($p=0,012$) või rüpsilt ($p=0,043$). Paksoilt ja õlirõikalt saadud vastsekoguste võrdlemisel puudus usaldusväärne erinevus ($p=0,102$), kuigi arvukuse trend oli õlirõikale. Valmikute arv ning vastsete hulk ei olnud rüpsil korrelatsioonis (joonised 10 ja 12). Vaatamata vähesele valmikute arvule oli vastseid rüpsil arvukalt. Sellist suurt vastsete hulka rüpsil võib seletada sellega, et kuna rüps oli katses olnud taimeliikidest kõige varasem ja kiire arengu, siis oli tema fenoloogia nähtavasti naeri-hiilamardika fenoloogiaga kõige paremini sünkroonis. See tähendab, et rüps jõudis naeri-hiilamardikale kõige sobivamatesse roheliste pungade faasi (51-55 KF) just selleks ajaks kui valmikud olid lõpetanud küpsussööma ning vajasis munemiseks ainuvõimalikku ristõielise kultuuri, antud juhul oli selleks rüps.

Valmikute rohkuse õlirõikal lubas eeldada ka sellel taimeliigil suurt vastsete hulka. Tulemused olid siiski teistsugused. Olles küll atraktiivne valmikutele, ei toetanud ta nähtavasti vastsete arengut.



Joonis 13. Naeri-hiilamardika vastsete keskmine arvukus katseperioodil erinevatel katsekultuuridel. Statistiliselt usaldusväärsed erinevused on märgitud erinevate tähtedega (Fisheri LSD test, $p < 0,05$), \pm SE on standardviga.

Püünistaimedena kõne alla tulevate taimede toimed klassifitseeritaksegi üldjoontes kaheks. Esimesse rühma kuuluvad taimed, kes on kaitstavast põhikultuurist nii toidu- kui paljunemistaimena märgatavalt atraktiivsemad. Nad tõmbavad kahjuri endale ning pakuvad nii toitu kui ka paljunemisevõimalusi (Hokkanen 1991; Shelton, Badenes-Perez 2006; Veromann *et al.* 2012). Sellise taimena kvalifitseerub selles töös rüps. Teise grupi moodustavad aga taimeliigid, mis on kahjurile toidufunktsioonis küll põhikultuurist atraktiivsemad, kuid ei toeta paljunemist ning sellistel taimedel lõpeb asi sageli munade või vastsete hukkumisega (Badenes-Perez *et al.* 2005; Shelton, Badenes-Perez 2006; Veromann *et al.* 2014). Põhjuseks võib olla toidu halb kvaliteet, mis ei võimalda vastsetel normaalselt areneda. Täiesti omaette on lugu siis, kui taim sisaldab vastsetele või ka munadele toimivaid surmatoovalt mürgised ühendid. Üheks selliseks taimeks on näiteks on meiegi põldudel kasvav kaarkollakas, kes meelitab kapsakoi liblika munema, kuid on röövikutele surmav (Shelton, Badenes-Perez 2006). Selliste taimede hulka kuulub ka rukola (*Eruca sativa* L.), kes on surmav nematoodi *Meloidogyne spp* noortele vastsetele (Melakeberhan *et al.* 2006) ja põld-litterhein (*Thlaspi arvense* L.), kelle söömisel

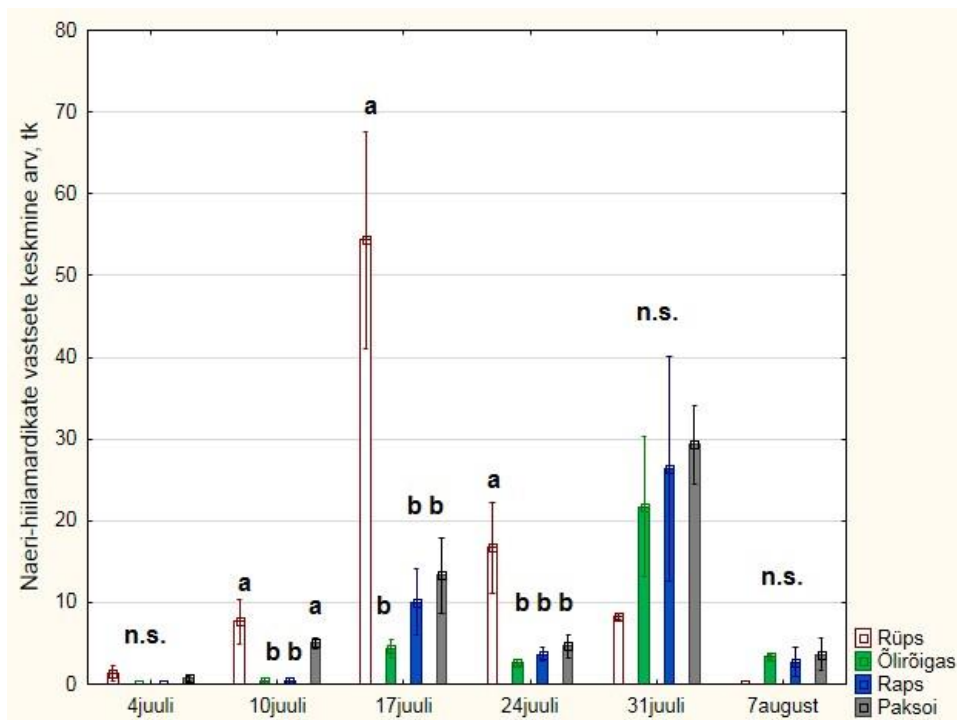
pintselöölase (*Trichoplusia ni* Hübner) röövikud hukuvad (Cameron *et al.* 2007). Selliseid omadusi hiilamardika vastsetele on EMÜ-s läbi viidud katsetes leitud leiti olevat ka õlirõikal (Veromann *et al.* 2012; Kaasik *et al.* 2014b). Seda kinnitasid ka antud töö tulemused, kus vaatamata rohkearvulisele valmikute hulgale oli järglaskonna arvukus tagasihoidlik.

Seega on putukate arvukuse regulatsioonis väga oluline ka taime kvaliteet. Vastsete arengus on aga toidutaime kvaliteet primaarne (Awmack, Leather 2002), see mõjutab nii ellu jäämust, arengu kestvust kui populatsiooni arvukust (Metspalu *et al.* 2013). Järelikult on õlirõigas naeri-hiilamardika valmikuile eelkõige toidutaimeks, vähem paljunemiseks ning sobib selliseks lõksutaimeks, mis surub alla kahjuri paljunemispotentsiaali.

3.5.1 Naeri-hiilamardika vastsete arvukuse dünaamika

Katsetulemuste analüüs näitas, et naeri-hiilamardikate arvukuses oli taimeliig statistiliselt oluline faktor (ANOVA; $F_{6;18}=4,3$; $p=0,01$; joonis 14).

Esimesed vastsed ilmusid proovidesse 4 juulil, siis leiti üksikuid vastseid rüpsilt ning paksoilt. Järgmisel proovivõtul (10. juuli) oli vastseid samade taimeliikide proovides ning üksikuid püüti ka õlirõikalt ja rapsilt. Rüpsilt püüti statistiliselt usutavalt rohkem kui õlirõikalt ($p=0,006$) ja rapsilt ($p=0,006$). Õlirõikalt ning rapsilt saadud vastsete arvukuses puudus statistiliselt usaldusväärne erinevus. Rüpsi ja paksoi variantidest püütud vastsete arvukuses puudus samuti statistiliselt usaldusväärne erinevus ($p=0,2$). Sellest variandist püüti usaldusväärselt rohkem vastseid kui õlirõikalt ($p=0,001$), rapsilt ($p=0,002$) või paksoilt ($p=0,004$). Mõnevõrra rohkem kui õlirõikalt püüti vastseid ka paksoilt ja rapsilt, kuid nende kolme liigi omavahelisel võrdlusel arvukuses statistiliselt usaldusväärne erinevus puudus (kõikides võrdlustes $p>0,05$). Nädal hiljem (24 juuli) oli vastsete arvukus kõikides proovides vähenenud. Endiselt oli neid rohkem rüpsil, kus õlirõikaga ($p=0,009$), rapsiga ($p=0,01$) ja paksoiga ($p=0,01$) oli arvukus statistiliselt usaldusväärselt erinev. Kõikidel teistel taimeliikidel oli vastsete arvukus madal, eriti õlirõikal, kuid arvukuse võrdluses statistiliselt usaldusväärne erinevus puudus (kõikidel võrdlustel $p>0,05$). Viimane proovivõtt, kus püüti veel vastseid oli 7 august.



Joonis 14. Naeri-hiilamardika vastsete arvukuse dünaamika erinevatel katsekultuuridel. Statistiliselt usaldusväärsed erinevused on märgitud erinevate tähtedega (Fisher LSD test, $p < 0,05$), n.s. tähendab, et erinevusi pole.

Rüks oli õitsemise lõpetanud, mistõttu sealt enam raputusproove ei korraldatud. Teistelt taimeliikidelt saadi üksikuid vastseid ning arvukuse võrdlustes puudus statistiliselt usaldusväärne erinevus.

Püükides, mis viidi läbi 17 juulil, eristus teistest oluliselt rüks, kust püüti pea kolm korda enam vastseid, kui teistelt katsevariantidelt.

3.5.2 Naeri-hiilamardikaga seotud parasitoidide liigiline koosseis ja arvukus erinevatel katsekultuuridel

Katsed näitasid, et taimeliigil oli oluline mõju parasitoidide liigilisele koosseisule. Kõige enam leiti parasitoide paksoilt (tabel 2), kus valdavaks parasitoidi liigiks oli *P. interstitialis*. Seda liiki rapsilt ei leitud üldse, ta oli vähearvukas õlirõikal ning mõnevõrra enam esines rüpsil. *P. morionellus* on tuntud naeri-hiilamardika vastseparasitoid, keda meie püükides

esines vähe, kokku saadi püükides vaid 4 isendit (tabel 1). Varasemates katsetes on Tartumaa rapsipõldudel olnud tavaliselt valdav just see parasitoidi liik (Kaasik *et al.* 2014 a,b). Meie rapsipõldudel tavaliselt esinevaid parasitoidiliike – *D. capito* ja *T. heteroceus* sattus püükidesse samuti vaid mõni isend.

Tabel 2. Parasitoidide liigid ja hulk, kogutuna raputusmeetodil erinevatelt katsekultuuridelt 2017. a. suvel

Kultuur	<i>Phradis interstitialis</i>	<i>Phradis morionellus</i>	<i>Tersilochus heteroceus</i>	<i>Diospilus capito</i>	<i>Alysiinae</i>	<i>Pteromalidae</i>	kokku
õlirõigas	2	1	0	0	0	0	3
rüps	5	1	3	0	1	1	11
raps	0	2	0	0	0	0	2
paksoi	14	0	0	1	1	1	17

Naeri-hiilamardikaga seotud parasitoidid *P. interstitialis*, *P. morionellus* ja *T. heteroceus* on Kesk- ja Põhja-Euroopas enamlevinud liigid (Nilsson, Andreasson 1987; Billqvist, Ekblom 2001; Büchi 2002). Neid parasitoidide nimetatakse koinobiontideks, st. peremees elab edasi (kuigi tema sisemuses areneb vastne) kuni parasitoidi vastsejärgu lõpuni. Käitumise uuringuis on leitud, et nende liikide põldudele ilmumises on ajalisi nihkeid, kusjuures *P. interstitialis* ilmub kõige varem ning *P. morionellus* on arvukam sügise poole. *T. heteroceus* arvukus püsib pea ühel tasandil kogu vegetatsiooniperioodi (Nilsson 1985; Ferguson *et al.* 2003). Liikide bioloogiat on vähe uuritud, kuid mõnedel andmetel arvatakse, et parasitoid *P. interstitialis* emasel on pikk muneti, mis võimaldab tal muneda pungas olevasse naeri-hiilamardika munasse või esimeses kasvujärgus olevasse vastsesse, mistõttu need valmikud on kohal, kui taim on punga staadiumis. Neid on leitud pungade vahelt, kus nad otsivad ohvrit pungast või siis vaevu avanenud õitest, kus otsivad esimese kasvujärgu vastseid (Osborne 1960). Kaks ülejäänud liiki aga munevad avatud õites toituvatesse hiilamardika 2. kasvujärgu vastsetesse. *P. interstitialise* munemiskäitumine võibki olla üheks põhjuseks, miks antud katses koguti just seda parasitoidiliiki enam kui teisi liike. Kuna putukate püügiks kasutati raputusmeetodit, siis pungade vahel või õites olevad parasitoidi valmikud kukkusid raputusel püügikasti, kust nad koguti topsidesse. Teised liigid, kes olid avatud õitel, lendasid taimede puudutusel võib-olla minema. Kirjanduse andmeil toimubki parasitoidide valmikute püüdmine liblikavõrguga (Berger *et al.* 2015) või siis kollaste vesipüünistega (Kovacs *et al.* 2013).

Selle liigi arvukuse põhjuseks võis olla ka see, et kuna paksoi on kiire kasvu ja arenguga ning see parasitoid on varakult põllul, siis oli parasitoidi ning selle taimeliigi fenoloogia sünkroonis. Varakult pungade faasis oleval paksoil leidis naeri-hiilamardikas munemiseks sobiva kasvufaasi. Seda arvamust kinnitab ka asjaolu, et ka rüpsilt saadi mõnevõrra enam hiilamardika vastseid kui ka seda parasitoidi liiki võrreldes eriti kui rapsi või õlirõikaga. Ka rüps on viimati nimetatud taimeliikidest kiirema kasvu ning arenguga.

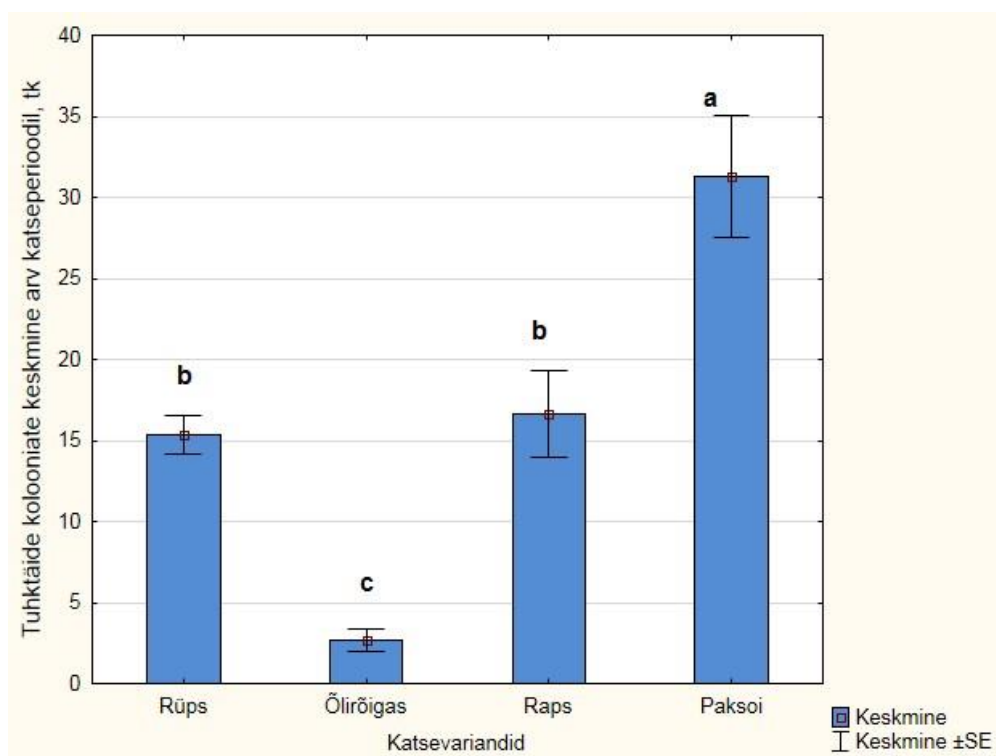
Vähemoluline pole kindlasti ka kolmiksuhete kaskaadis (taim-hiilamardikas-parasitoid) iga lüli koostoime. Kuna parasitoid leiab peremehe üles nii selle toitumise tagajärjel levivate taimelõhnade abil kui ka värvuse järgi (Jönsson *et al.* 2005), siis siin oli nähtavasti oluline paksoi teistsugune keemiline koostis, võrreldes rapsi või õlirõikaga ning see meelitas ligi just selle parasitoidi liigi.

Tuleb lisada ka, et paksoil oli üldiselt putukate liigiline koosseis veidi teistsugune ja arvukus suurem kui seda oli rapsil või rüpsil. Veromanni (2003) andmeil võib ka neutraalsete putukaliikide hulgas olla parasitoidide peremehi, kes võivad parasitode ligi meelitada. Niisiis, selleks, et osapooled kohtuksid on oluline nii nende aeg-ruumiline sünkroonsus (Johnen *et al.* 2010), taimeliik ja selle fenoloogia (Kaasik *et al.* 2014b), aga ka põlde ümbritsev keskkond (Barrilari *et al.* 2005).

Tulemustest järeldub, et parasitoidide liigilist koosseisu ning arvukust põllul saab mõjutada naeri-hiilamardika toidutaimede valikuga, soodustades neid parasitoidiliike, kes rapsil ei domineerinud, antud töös oli selleks *P. interstitialis*, kes aga looduses on oluline naeri-hiilamardika arvukuse reguleerija. Erinevate taimeliikide kasvatamisega rapsipõllu lähikonnas saab toetada naeri-hiilamardika parasitoidide arvukust ning liigilist koosseisu. Antud tulemusi kokku võttes võib öelda, et paksoil on potentsiaali bioloogilist kontrolli toetava püüniskultuuristrateegia arendamisel.

3.6 Kapsa-tuhktäi kolooniate korduste keskmine arvukus katseperioodi jooksul

Katseandmete analüüsimisel selgus, et tuhktäi kolooniate arvukus sõltub taimeliigist (ANOVA $F_{3,8}=23,8$; $p=0,0002$; joonis 15). Kõige suurem tuhktäide kolooniate arvukus on paksoil. Õlirõika usaldusväärsus erines rapsist ($p=0,003$), rüpsist ($p=0,005$) ja paksoist ($p=0,00003$). Rapsil ja rüpsil omavahel usaldusväärne erinevus puudus ($p=0,705$). Paksoil olevate tuhktäide arvukus erines suuresti õlirõikal ($p=0,00003$), rapsil ($0,0025$) ja rüpsil ($p=0,0015$) olevatest tuhktäide kolooniatest.



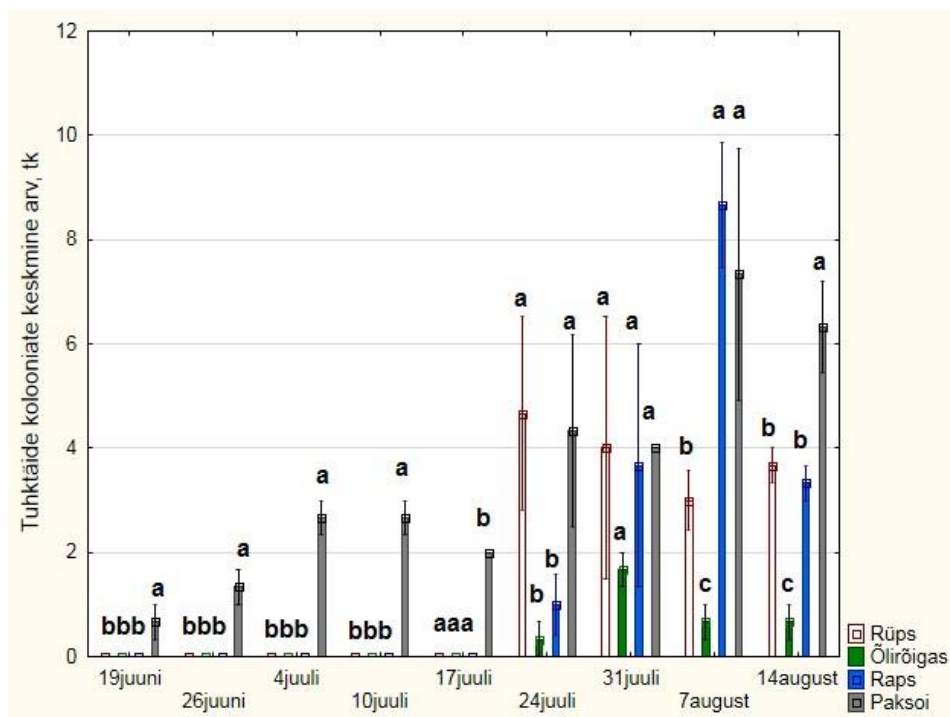
Joonis 15. Kapsa-tuhktäi kolooniate keskmine koguarvukus erinevates katsevariantides. Joonisele on kantud \pm standardviga. Erinevad tähed tulpadel tähistavad variantide vahelist usaldusväärset erinevust (Fisher LSD test $p<0,05$).

Üldiselt on teada, et putukad-spetsialistid, kelle peremeestaimede ring on kitsas, st. piirduakse ühe sugukonna, perekonna või isegi mõne taimeliigiga, valivad taimed neist eralduvate spetsiifiliste lõhnade abil. Ristõielistele spetsialiseerunud kahjuritele on selleks glükosinolaatide ning nende laguproduktide lõhnad (Renwick 2002). Üheks selliseks

kahjuriliigiks on ka kapsa-tuhktäi, kes on spetsialiseerunud vaid kitsale ringile ristõielistele taimedele (Fenwick *et al.* 1983). Lisaks on leitud, et kapsa-tuhktäile on oluline ka toitainete kvaliteet, eriti aminohapete sisaldus ja nende koosseis (Van Emden, Harrington 2007). Üldiselt on leitud, et kapsa-tuhktäile on oluline ka, et peremeestaimel oleks kõrge rakuturgor, suur aminohapete ning glükosinolaatide sisaldus. Need omadused iseloomustavad taime noori, kasvavaid osi ning sellega on põhjendatav kapsa-tuhktäi taimeosad valik. Antud katsetes olid tuhktäi poolt hõivatud peamiselt kultuuride võrsete tipud, vanematelt lehtedelt neid tavaliselt ei leitudki. Kuigi küllalt spetsialiseerunud liik, siiski on tal ka veel nendegi peremeestaimede hulgas eelistusi. Nii näiteks leidsid Ulusoy ja Olmez-Bayhan (2006), et kapsa-tuhktäi eelistas valget peakapsast, lillkapsast ning brokkolit, samas asustati vähem rapsi, rüpsi ning sinepit. Viimati nimetatud taimede ebasobivust näitas ka see, et neil taimedel toitunud kapsa-tuhktäide eluvõime näitajad olid halvemad kui neil kes toitunud kapsal või brokkolil. Meie katseis oli kapsa-tuhktäi esimeseks eelistuseks paksoi, mis on kapsa teisend. Mõnevõrra vähem valiti rapsi ja rüpsi. Õlirõigas oli aga kapsa-tuhktäile väheatraktiivne.

Peremeestaimede valikul otsustuste tegemisel on tuhktäile kindlasti oluline, milline on vastava taime glükosinolaatide koosseis ja sisaldus. Meie katses kõige atraktiivsemaks osutunud paksoi sisaldab Zhu *et al.* (2013) andmeil kõige enam glükonapiini. Rapsil on enim leitud progoitriini, gükobrassikanapiini ja vähemal määral glükonapiini (Etienne, Dourmand 1994), rapsile sarnane koosseis on ka rüpsil. Täiesti teistsugune on aga õlirõika glükosinolaatide koosseis – peamised on siin glükorafaniin, glükorafeniin ja glükoerüsoliin (Barrilari *et al.* 2005; Zukalova *et al.* 2003). Nähtavasti oligi antud katses kultuuride erinev glükosinolaatide koosseis üheks valiku erinevuste aluseks.

3.6.1. Kapsa-tuhktäi kolooniate arvukuse dünaamika



Joonis 16. Kapsa-tuhktäi kolooniate keskmise arvukuse dünaamika erinevatel katsekultuuridel. Statistiliselt usaldusväärsed erinevused on märgitud erinevate tähtedega (Fisheri LSD test, $p < 0,05$). Joonisele on kantud \pm standardviga.

Esimene kapsa-tuhktäi koloonia leiti 19 juunil paksoilt (joonis 16), teistel taimeliikidel teda ei esinenus. Edaspidistel leiti kapsa-tuhktäi kolooniaid kuni 17 juulini igal proovivõtmise päeval just paksoilt. Alates 24ndast juulist võis tuhktäide kolooniaid leida ka kõikidelt teistelt katsetaimedelt, aga kolooniate arvukus oli kõigis variantides 1 – 4 kolooniat ning usaldusväärne erinevus variantide vahel puudus (kõikides võrdlustes $p > 0,05$). arvu. , sel päeval oli kõikide taimede usaldusväärsus kõikidel proovidel sarnane. Analooogne oli seis ka 31 juulil, ka siis ei olnud statistilist erinevust katsetaimedelt leitud kolooniate arvus. Augusti alguses oli kolooniate hulk kasvanud rapsil ja paksoil ning neid oli usutavalt rohkem kui rüpsil või õlirõikal (kõikides võrdlustes $p < 0,05$). Augusti keskel oli kapsa-tuhktäi kolooniate hulk vähenenud kõikides variantides, kuid paksoil oli neid usutavalt rohkem kui rüpsil ($p = 0,007$), rapsil ($p = 0,003$) ja õlirõikal ($p = 0,007$). Rapsi ja rüpsi võrdlustes kolooniate arvus usaldusväärne erinevus puudus ($p = 0,66$). Tuleb märkida,

et õlirõikal kolooniaid selle otseses mõistes ei leitud kogu katseperioodi jooksul. Sealt leiti üksikuid kohalelennanud tiibadega isendeid või mõned paari-kolmeliikmelised pesakonnad. Sellest võime järeldada, et õlirõigas polnud kapsa-tuhktäile atraktiivne ei toitumiseks ega paljunemiseks.

3.6.2. Kapsa-tuhktäiga seotud parasitoidid

Antud katses leiti kapsa-tuhktäi kolooniatest vaid üksikud pundunud pruunid tuhktäid, kelle sisemuses arenes parasitoid. Neid oli vähe ning taimeliikide vahel erinevusi ei tuvastatud.

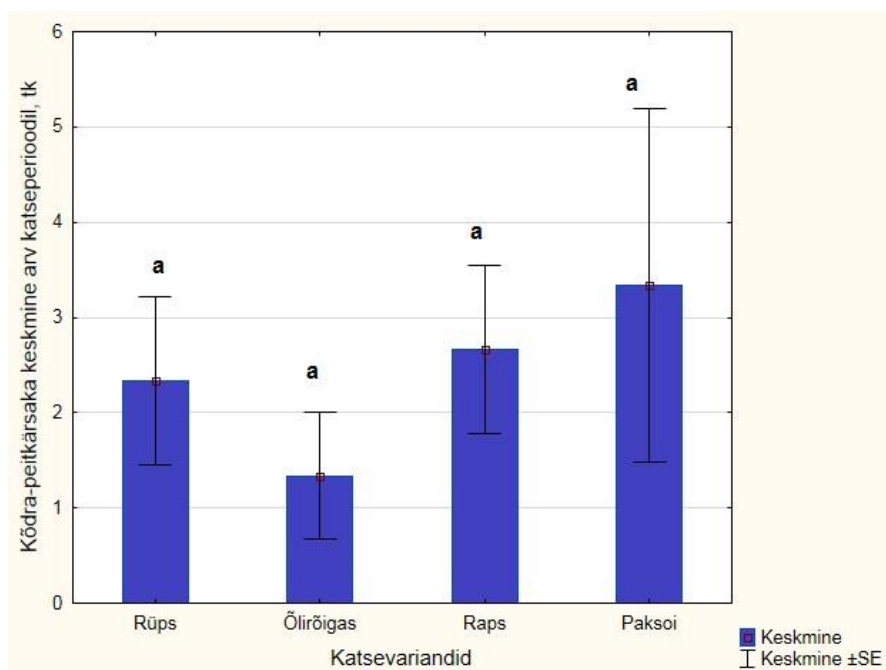
Kapsa-tuhktäiga teatakse olevat seotud vähe parasitoide. Haukamissuistega putukad purustavad söömise käigus taimerakud ja vabastavad neis sisalduvad glükosinolaadid, mis ühinevad ensüüm mürosinaasiga ning moodustuvad lenduvad ühendid. Nende ühendite lõhn on aga parasitoididele tavaliselt signaalaineteks, kutsudes nad kohale. Kapsa-tuhktäi juures on asjad teisiti. Tuhktäi surub oma pistmis-imemissuised floemi. Vigastused on väikesed, mis ei vabasta rakust glükosinolaate ning ei kutsu taimes esile mürosinaasi vallandumise. Tuhktäi tõmbab enda hemolümfi taimsed glükosinolaadid. Samas on tuhktäi organismis taimse mürosinaasiga sarnane ensüüm. Need ühinevad tuhktäi kehas ja moodustavad aine, mis on parasitoidide ja röövtoiduliste vastu kaitsebarjääriks (Bridges *et al.* 2002; Kazana *et al.* 2007; Kusnierczyk *et al.* 2008). Sellise aine sisaldusega tuhktäisid ei taha parasitoidid ega ka röövtoidulised, näiteks lepatriinud. Katsed on näidanud, et selliste tuhktäide söömine tapab kakstäpp lepatriinude (*Adalia bipunctata* L.) vastsed (Pratt *et al.* 2007). Parasitoididest teatakse siiski ühte kindlat parasitoidi liiki, kelle peremeeste ringi kuulub ka kapsa-tuhktäi. Selleks liigiks on *Diaeretiella rapae* McIntosh (Gabrys *et al.* 1998).

3.7. Kõdra-peitkärsakas ning temaga seotud parasitoidid

3.7.1. Kõdra-peitkärsaka valmikute keskmine arvukus katsekultuuridel

Kõdra-peitkärsakas on Kesk- ja Lõuna-Euroopa, aga ka Kanada rapsikasvatuse piirkondades ohtlik seemnekahjur ning teda peetakse üheks rapsi võtmekahjuriks (Ulmer, Dosdall 2006; Tansey *et al.* 2010; Ulber *et al.* 2010). Eestis ta rapsi võtmekahjuriks seni siiski veel kujunenud ei ole (Kovacs *et al.* 2013, 2017).

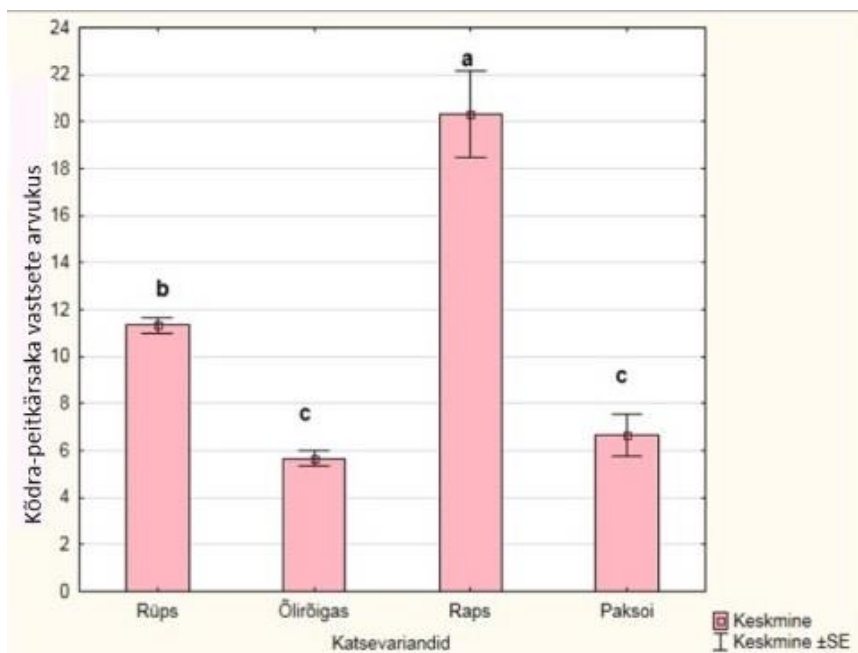
Antud katses oli selle kahjuri arvukus küllalt madal ning kõdra-peitkärsaka valmikuid tuli kogumisnõudesse kõikidelt katsekultuuridelt vähe. Andmeanalüüsiga tuvastati, et taimeliik ei olnud nende arvukuse määramisel usaldusväärne faktor (ANOVA; $F_{3,8}=0,512$; $p=0,68$; joonis 17). Kuigi variantide vahel puudus usaldusväärne erinevus, siiski leiti seda kahjuriliiki õlirõikalt kõige vähem, vaid üksikud isendid. Mõnevõrra enam oli neid paksoil, kuid seal oli ka korduste vaheline varieeruvus väga suur. Kõdra-peitkärsaka valmikute väikese arvukuse tõttu ei saa siiski teha põhjanevaid järeldusi.



Joonis 17. Kõdra-peitkärsakate valmikute keskmine koguarvukus erinevates katsevariantides katseperioodil kokku. Joonisele on kantud \pm standardviga. Erinevad tähed tulpadel tähistavad variantide vahelist usaldusväärset erinevust (Fisher LSD test $p<0,05$).

3.7.2. Kõdra-peitkärtsaka vastsete keskmine arvukus erinevatel taimeliikidel

Väljakasvatuskatsetest saadud andmete analüüsiga selgus, et taimeliik oli kõdra-peitkärtsaka vastsete arvukuses oluline tunnus (ANOVA; $F_{3;8}=40,33$; $p=0,000$; joonis 17). Variantide omavahelisel võrdlusel (Fisheri LSD test; joonis 18) selgus, et kõige enam olid kõdra-peitkärtsaka valmikud munenud rapsikõtradesse (10% nakatunud proove) ning kõige vähem õlirõikasse (2,9 % nakatatud proove). Rapsi ja rüpsi võrdlusel oli usaldusväärselt rohkem vastseid rapsil ($p=0,000$), rapsi ja õlirõika võrdlusel oli usaldusväärselt rohkem jällegi rapsil ($p=0,000$), samuti võrdluses paksoiga ($p=0,000$). Õlirõikal oli kõigi teiste liikidega võrdluses usaldusväärselt vähem vastseid (kõigi juhtudel $p<0,05$), puudus vaid erinevus õlirõika ja paksoi vahel ($p=0,52$).



Joonis 18. Kõdra-peitkärtsakate vastsete keskmine arvukus erinevate katsetaimede kõtrades. Erinevad tähed tulpadel tähistavad variantide vahelist usaldusväärselt erinevust (Fisheri LSD test; $p<0,05$), \pm SE on standardviga.

Need tulemused on sarnased Kovacsi *et al.* (2017) poolt läbi viidud uuringute tulemustega, kus eri taimeliikide võrdluses oli neil samuti kõige enam vastseid rapsil. Õlirõika kõtradest oli neil nakatunud ligikaudu 6 %. Käesolevas katses oli õlirõikal kahjustus 2,9 % proovidest. Seega oli kõdra-peitkärtsaka vastseid proovide kohta suhteliselt vähe ning

nakatuse tase jäi kaugelt alla 26%, mida peetakse kahjustuse majanduslikuks läviväärtuseks (Kovacs *et al.* 2017).

Üldiselt teatakse, et kõdra-peitkärsaka valmikud, olles küll spetsialiseerunud ristõielistele, valivad nende hulgast kindlaid liike, millesse muneda. Selle kahjuriliigi taimeliikide eelistusi on uurinud mitmed teadlasegrupid Euroopas (Kozlovski *et al.* 1983; Kovacs *et al.* 2013, 2017; Parolin *et al.* 2012), eriti aga Kanadas (Dosdall *et al.* 2006; Ulmer, Dosdall 2006; Tansey *et al.* 2010). Nii näiteks leidsid Dosdall *et al.* (2006) ja Ulmer, Dosdall (2006), et kõdra-peitkärsaka emasvalmikud võimalike valikute korral valivad munemispaijana kõige vähem kapsasrohu (*B. juncea*) kõtru ning eelistatud olid raps ning rüps. Uuringud on näidanud, et valiku võimalusel ei muneta valge sinepi kõtradesse. Kui raps on võrreldavate liikide hulgas, on ta alati eelistatud (Ulmer, Dosdall 2006; Kovacs *et al.* 2013, 2017). Ka antud katses saadi analoogseid tulemusi.

Varasemad uuringud on näidanud, et kõdra-peitkärsaka kui ristõielistele taimedele spetsialiseerunud liigi taimede valikul ei ole otsustava tähtsusega siiski mitte vaid glükosinolaatide sisaldus ning koosseis, vaid siiski on terve kompleks omadusi, mis ühel või teisel määral mõjutavad munemiskäitumist (Ulmer, Dosdall 2006; Tansey *et al.* 2010). Nendeks võivad olla nii taimede iseloomulikud õite ning roheliste lehtede lõhnad, glükosinolaadid, kuid oma osa on kindlasti ka kõdrakestade paksusel, värvusel, suurusel. Kõik need kokku võivad taimede valikul mängida otsustavat rolli (Kovacs *et al.* 2017).

Siinjuures tuleb märkida, et Euroopa lõuna- ja keskosa rapsikasvatuse piirkondades on kõdra-peitkärsakas oluline kahjur talirapsil. Meie tingimustes aga talirapsi ning kõdra-peitkärsaka fenoloogia pole nähtavasti kõige paremini sünkroonis, mistõttu talirapsi kahjustus on vaid kohatine. Ka suvirapsil ei ole olnud kahjustus seni oluline (Metspalu suulised andmed).

Kõdra-peitkärsaka vastne sööb ära mitu seemet seega saab areneda vaid piisavalt suurtes kõtrades. Senini arvati, et neiks kultuurideks saavad olla meie tingimustes raps ja rüps (Kovacs *et al.* 2015), siis antud katse tulemuste põhjal lisandub sinna nimistusse ka paksoi.

3.7.3 Kõdra-peitkärsakaga seotud parasitoidide liigiline koosseis ning arvukus väljakasvatuskatses

Kõdra-peitkärsaka vastsetega teatakse olevat Eestis seotu kolm peamist parasitoidi liiki: *Stenomalia gracilis*, *Mesopolobus morys* ja *Trichomalus perfectus*, kes kõik kuuluvad nukukireslaste (*Pteromalidae*) sugukonda (Veromann 2006; Kovacs *et al.* 2013). Need parasitoidiliigid on domineerivad ka Euroopas (Williams *et al.* 2003; Ulber *et al.* 2010).

Tabel 3. Kõdra-peitkärsaka parasitoidide liigid ja arvukus erinevatel ristõielistel kultuuridel

Taimeliik	<i>Trichomalus perfectus</i>	<i>Mesopolobus morys</i>	<i>Pteromalidae</i>	<i>Mymaridae</i>	Kokku
õlirõigas	0	0	0	0	0
rüps	1	11	0	0	12
raps	1	10	0	0	11
paksoi	0	5	1	1	7

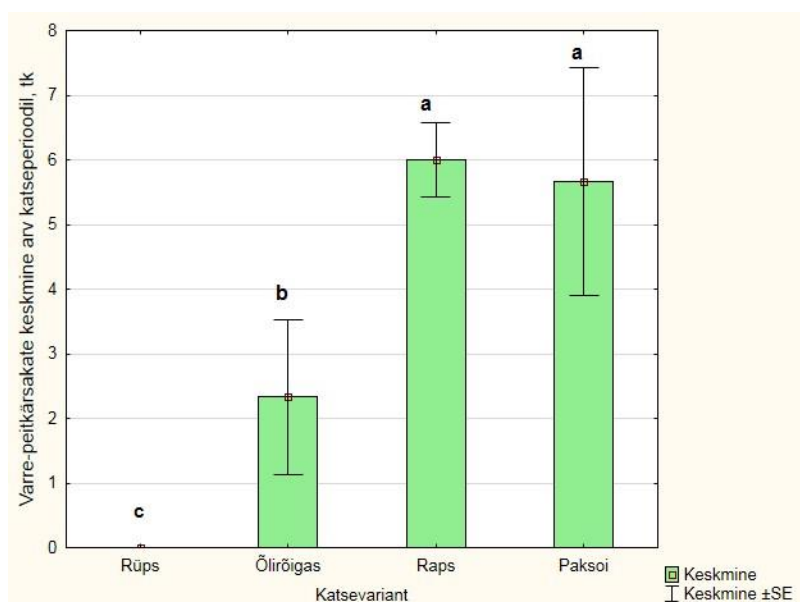
Antud töö käigus leiti kõdra-peitkärsaka vastsetest parasitoidide väljakasvatamisel kõige enam parasitoidiliiki *M. morys* ning arvuliselt oli neid kõige enam rüpsil, järgnes raps ning vähemal määral oli paksoi proovides (tabel 3). Õlirõika kõtrade väljakasvatuskatseis kõdra-peitkärsaka parasitoidide üldse ei leitud, kuigi selle taimeliigi kõtradest leiti kõdra-peitkärsaka üksikuid vastseid. Siin võis määravaks saada selle taimeliigi kõtrade ehitus – paksoi seinaga ning puhetunud, mis pärssis valmikute munemisvõimalusi.

Kui *T. perfectus* on Eestis varem läbiviidud uuringutes olnud rapsil domineeriv kõdra-peitkärsakaga seotud parasitoid (Veromann *et al.* 2011; Kovacs *et al.* 2013), siis antud katses oli neid vähe ning nii rapsi kui rüpsi kasvatuskarpidest leiti vaid kummastki 1 isend. Domineerivaks liigiks selles katses osutus nii rapsil kui rüpsil hoopiski *M. morys*. Need andmed ühtivad Kovacsi *et al.* (2013, 2017) saadud tulemustega, kus samuti kõikidel uuritud õlikultuuridel oli domineerivaks just see parasitoidi liik. Üheks põhjuseks võib olla see, et antud katses olid kõik õlikultuurid suvisordid. Murchie (1996) uuringutest selgus, et see parasitoidiliik esinebki enamasti just suvirapsil ning teistelgi kevadel külvatavatel õlikultuuridel. Kõdra-peitkärsakal peetakse kirjanduse andmeil enamlevinud parasitoidiks *Stenomalina gracilis* (Walker), kes on varasematel aastatel olnud ka Eestis arvukas (Veromann *et al.* 2011). Antud katses ei leitud siiski mitte ühtegi seda parasitoidi liiki. Tuleb märkida, et ka see liik on seotud just talirapsil arenevate kõdra-peitkärsaka vastsetega. Paksoi proovist leiti veel üks *Pteromalidae* sugukonda kuuluv parasitoid, keda liigini määrata ei õnnestunud. Peale selle leiti ühest paksoi proovist ka kõdra-peitkärsaka munaparasitoid, kes kuulus *Mymaridae* sugukonda. Kovacs *et al.* (2015) andmeil on

munaparasitoide leitud mõnel aastal arvukalt just õlirõikalt. Munaparasitoidid arvatakse leidvat ohvri üles just peremeesputuka munemisel tekkivatel taimelõhnadel kaudu (Kovacs *etal.*2017).

3.8. Varre-peitkärsaka keskmine arvukus erinevatel kultuuridel

Varre-peitkärsaka valmikuid tuli proovidesse katseperioodi jooksul vähe. Andmeanalüüs näitas, et nende keskmise arvukuse hindamisel on taimeliik statistiliselt oluline tunnus (ANOVA; $F_{3,8}=6,696$; $p=0,014$; joonis 19).



Joonis 19. Varre-peitkärsaka valmikute keskmine arvukus katseperioodi jooksul erinevatel taimeliikidel. Erinevad tähed tulpadel tähistavad variantide vahelist usaldusväärset erinevust (Fisheri LSD test; $p<0,05$).

Taimeliikidelt kogutud varre-peitkärsaka valmikute arvukuse hindamisel selgus, et rüpsiproovidesse ei püütud ühtegi valmikut. Kõige rohkem oli neid rapsil, võrreldes rapsi rüpsiga ($p=0,004$) ja õlirõikaga ($p=0,047$) on arvukuses statistiliselt usaldusväärne erinevus (Fisheri LSD test), erinevus puudus rapsi ja paksoi võrdluses ($p>0,05$). Tulemuste juures tuleb rõhutada, et putukate arvukus oli äärmiselt madal ja sellest tulenevalt tuleb järelduste

tegemisel olla ettevaatlik. Kuna kahjustusi vartel ei hinnatud, siis kahjuri valikute kohta on raske hinnanguid anda.

Varre-peitkärsakas on laialt levinud rapsikahjur Kesk- ja Põhja-Euroopas ning mitmeski rapsikasvatuspriirkonnas loetakse teda võtmekahjuriks (Alford *et al.* 2003; Williams 2010). Kahjuri bioloogiat, tegevust ning kahjustusi on uuritud nii tali- kui suvirapsil ja karistõielistel köögiviljadel juba eelmise sajandi keskpaigast alates (Günthart 1949; Winfield 1961; Paul 2017). Rapsiuuringutes on saadud küllalt vastuolulisi andmeid. Näiteks Graham ja Gould (1980) järeldasid, et kahjustus tuleb ette vaid suvirapsil ning ta on talirapsile kahjutu. Vaitelyte *et al.* (2013) andmeil oli aga Leedus talirapsi kahjustus suvirapsist tunduvalt suurem. Meil arvatakse ta olevat peamiselt talirapsi kahjur, kuid on leitud kahjustamas ka suvirapsi. Arvatakse, et kui kevad on jahe ja ei soosi varre-peitkärsaka elutegevust, tuleb ta paljunemisprotsessiks suvirapsile, soodsal kevadel on tal suuremaid võimalusi talirapsil.

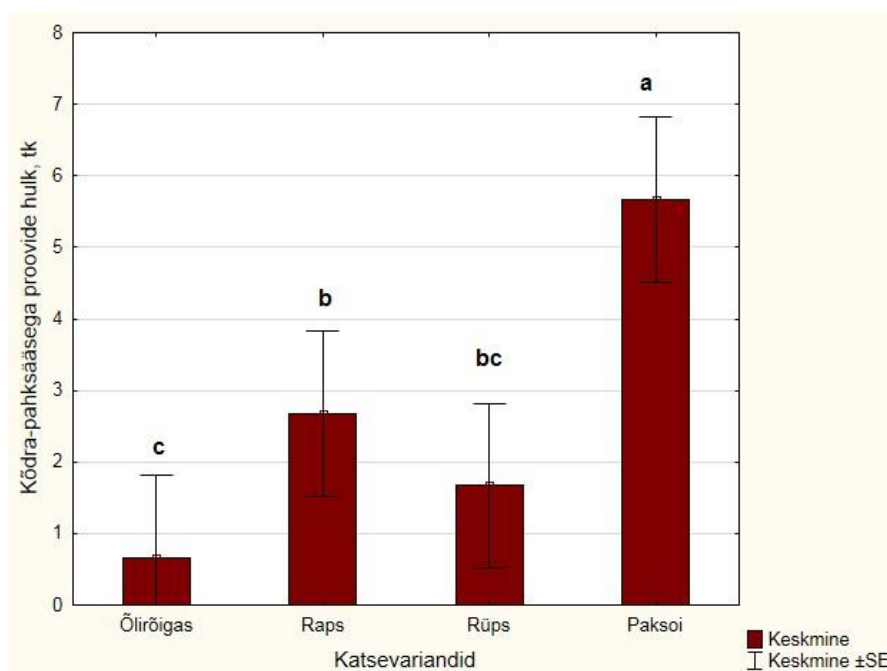
3.9 Kõdrasääsk erinevatel katsekultuuridel

Rapsi kasvupindade laienemine ning tihe paiknemine külvikordades on kaasa toonud meil uute kahjustajate ilmunise. Üheks selliseks on kõdrasääsk, kelle esinemisest ja kahjustustest antakse teada üha sagedamini.

Antud katse kasvatusnõudes välja kasvanud sääsevastsed olid suure tõenäosusega kõdrasääsed. Täie kindlusega saaks seda väita siis, kui vastsetest kasvatatakse välja valmikud. Seda antud katse korraldus (väljakasvatus) ei võimaldanud. Tegemist oli kindlasti sääsevastsetega ning kuna on väga vähe usutav, et need ei olnud kõdrasääse vastsed, siis edaspidise töö käigus käsitletakse neid selle liigina.

Katses olnud kultuuride kõtradest kahjurite väljakasvatamisel saadud tulemuste analüüs näitas, et kõdrasääsega proovide arvus oli taimeliik statistiliselt oluliseks faktoriks (ANOVA; $F_{3,8}=42,0$; $p=0,000$; joonis 20). Analüüsides proove taimeliikide kaupa, selgus et kõige enam oli kõdrasääse vastsetega saastunud paksoi katse, kus korduste keskmisena oli nakatunud 58% proovidest. Rapsi proovidest sisaldas 23% ja rüpsi omadest 16%

kõdrasääse vastseid. Õlirõikal oli aga korduste keskmisena vastseid vaid 6% proovides. Taimeliikide statistilisel võrdlusel (ANOVA, Fisheri LSD test, joonis 16) oli paksoi hulgas kõdrasääse vastsetega proove usaldusväärselt rohkem, võrreldes ülejäänud kolme taimeliigi proovidega (kõikide taimeliikide võrdluses $p=0,000$). Vastseid sisaldavate proovide arvult järgnes paksoile raps ning neist mõnevõrra vähem oli neid rüpsi kõtrade proovides. Õlirõika proovide võrdlusel teiste taimeliikidega selgus, et kõdrasääse vastsetega proove oli seal usaldusväärselt vähem kui rapsil ($p=0,002$) ja paksoil ($p=0,000$). Õlirõika ja rüpsi võrdluses statistiline erinevus küll puudus ($p=0,066$), kuid nakatunud proovide hulk oli rüpsil siiski mõnevõrra suurem.



Joonis 20. Kõdrasääse poolt kahjustatud keskmine proovide hulk väljakasvatuskatses. Erinevad tähed tulpadel näitavad statistiliselt usaldusväärset erinevust (ANOVA, Fisheri LSD test, $p<0,05$).

Kõdrasääse paljunemiseks sobivate ristõieliste taimede eelistusi uuris juba eelmise sajandi lõpupoole Rootsi teadlane Ahman (1981, 1985, 1987). Ta võrdles omavahel mitmeid õlikultuure ning leidis, et valiku võimalusel eelistas kõdrasääsk muneda rapsi ja rüpsi kõtradele ning musta sinepit ja kapsasrohtu valis see putukaliik vähem. Selgus ka, et vähematraktiivsetesse taimedesse muniti väiksemad munakurnad.

Antud katsed näitasid, et kõdrasääsel olid katsekultuuride hulgas selgelt eristatavad munemiseelistused. Kõige enam eelistas ta paksoi kõtru. Sellele taimeliigile oli iseloomulik, et veel valmimata kõtradel tekkisid õmblustesse kerged praod. See nähtavasti võimaldaski sääsel sellistesse kõtradesse muneda. Paksoi fenoloogia (kõtrade moodustumine) sattus nähtavasti ka kõige paremini sünkrooni kõdrasääse valmikute ilmumisega. Selle kultuuri sedavõrd intensiivne kõtrade kahjustus oli üllatav. Paksoi seost kõdrasääsega varem ei ole kirjeldatud. Sellest järeldub, et olles selle töö tulemuste valguses lootustandev taimeliik naeri-hiilamardika püünistaimena, tuleb ta koos hiilamardikatega süsteemist välja viia enne, kui kõdrasääsk hakkab munemispaidu otsima. Ilmselt tuleks kasuks ka see kui oodata seni kuni taimede ilmuvad sobivad kõdraalgmed, kuhu sääsk tuleb munema. Siis viiakse süsteemist välja ka sääsk. Hilinedes süsteemist väljaviimisega (kõdrad hakkavad valmima) avanevad kõdrasääsele paljunemiseks head võimalused.

Õlirõika vähese kahjustuse üheks põhjuseks on kindlasti õlirõika kõtrade omapärane ehitus. Nad on paksude seintega ning seetõttu sääskede munemine on tervetesse kõtradesse kas raskendatud või isegi välistatud. Pole välistatud, et õlirõigas ei ole ka oma keemilise koostise tõttu kõdrasääse vastsetele sobilik arengu keskkond, nagu see on ilmnunud Veromann *et al.* (2012, 2014) andmeil naeri-hiilamardika puhul. Seda arvamust kinnitab ka see, et kõtrades oli väga vähe sääsevastseid – ühes kõdras mitte rohkem kui 4 vastset. Sellest järeldub, et õlirõigas kõdrasääse populatsiooni kasvule kaasa ei aita ning see lisab talle teiste rapsikahjurite, eriti naeri-hiilamardika püünistaimena kaalu.

Pavela *et al.* (2007) katsetest selgus, et kõdrasääse populatsiooni arvukuse kasvuks oli eriti soodne selline olukord, kus tali- ning suviraps kasvasid lähestikku põldudel. Sellisel juhul paljunes talirapsi kõtrades kõdrasääse esimene põlvkond ning selleks ajaks kui suvirapsi kõdrad olid munemiseks sobivas faasis, ilmus kahjuri teine põlvkond. Meil ei ole praegu teadagi, mitu põlvkonda kõdrasääsel suve jooksul areneb.

Palju on kirjanduses andmeid selle kohta, et kõdrasääse kõtra munemise edukus sõltub teistest putukatest. Levinud on aramus, et nõrga munetiga sääsk ei suuda kõdra kesta läbistada. Kui kõdra-peitkärsakad või siis ka maakirbud on kõtra kahjustanud, avab see sääsele võimaluse oma munad kõtra muneda (Pavela *et al.* 2007). Samuti on leitud, et kõdrasääsele võib munemiseks avaneda võimalus, kui kõtradel on seenhaigus (*Alternaria*) või on nad saanud mehaanilisi kahjustusi (tuul, linnud) (Winfield 1992).

3.10. Muud kahjuriliigid katsetaimedel

Katseperioodi jooksul leiti ka teisi kahjureid - maakirbud, naerimardikas, väike-kapsaliblika ja suur-kapsaliblika valmikud. Kuid nende osakaal polnud tähtis ega suur.

Maakirpude talvitunud põlvkond oli katseperioodi alguseks ammendanud oma paljunemispotentsiaali ja lõpetanud oma elutsükli. Taimedelt püüti küll veel üksikuid isendeid, kuid nende arvukus oli sedavõrd väike, et nende analüüsi antud katse raamidesse ei lülitatud.

Raputusega tuli proovidesse peale maakirpude veel teisigi putukaliike. Nende arvukus oli siiski madal ja liikide kaupa seepärast analüüse ei esitata.

Katsekultuuridele ilmusid äaugusti esimestel päevadel suur- ja väike-kapsaliblika valmikud. Enamasti leiti neid lendlemas õlirõika lappide kohal. See oli ka loogiline, sest selle taime kõrvalharud veel õitsesid ja liblikad said manustada õienektarit. Munemiseks eelistas suur-kapsaliblikas paksoid. Kokku leidsime katsealalt vaid kaks munakurna ja need olid nimetatud taimeliigil. Väike-kapsaliblika mune ega vastseid taimedelt ei leitud.

Proovidesse tuli aeg-ajalt ka üksikud naerimardika (*Phaedon cochleariae* F.) valmikud, kuid varasemast on teada (Metspalu, Hiiesaar 2002), et tema eelistab toituda naeril ja kaalikal. Arvukus oli madal ning taimeliikide vahel erinevusi ei täheldatud. Katseaasta ilmastik oli selle kahjuri jaoks ka ebasoodne, kuna tema arenguoptimum on 22–25 °C (Metspalu, Hiiesaar 2002).

Kapsakoi arvukus sõltub Eestis sisseärannetest ning mõnel aastal on olnud teateid suurtest rapsikahjustustest. Antud katseaastal nähti lendlemas vaid üksikuid liblikaid, vastseid aga ei leitud üheltki katses olnud taimeliigilt.

4. KOKKUVÕTE JA JÄRELDUSED

Käesolev magistritöö on osa EMÜ PKI-s läbi viidavast taim-putukas-parasitoid vaheliste suhete uuringute programmist, mille kaugemaks perspektiiviks on uue, suvirapsi kaitseks meie tingimustesse sobiva, putukate käitumisega manipuleerimisel põhineva tõrjesüsteemi väljatöötamine

Töö eesmärgiks oli selgitada kahjurite koosseis, arvukus ja dünaamika rapsil ning võrrelda neid näitajaid potentsiaalsetelt püünistaimedelt saadud tulemustega. Teiseks oluliseks küsimuseks oli uurida, kas naeri-hiilamardika kui rapsi võtmekahjuri valmikute ja vastsete arvukus sõltub peremeestaimest ning kas see on taimeliigil korrelatsioonis. Järgmiseks eesmärgiks oli selgitada, kas kiirekasvulisel paksoil on püüniskultuurina rapsikahjurite tõrjes potentsiaali. Tuli teha kindlaks, kas kahjurite toidutaimede liik mõjutab nendega seotud parasitoidide liigilist koosseisu ning arvukust. Katse viidi läbi 2017 aastal Eesti Maaülikooli Eerika katsepõllul ning laboris.

Uurimistöö tulemustest selgus, et katses peamised kahjurid olid naeri-hiilamardikas (vastsed ja valmikud) ning kapsa-tuhktäi. Leiti ka kõdra-peitkärsakat, varre-peitkärsakat ja kõdrasääske. Vähesel määral oli maakirpe, naerimardikat, väike- ja suur-kapsaliblikat.

Taimeliikide võrdluses oli kahjurite arvukuse rida paksoi → õlirõigas → rüps → raps. Paksoi osutus enamusele kahjuritest atraktiivsemaks kui seda oli põhikultuurina käsitletud raps. Nähtavasti oli selles osa nii taime keemilisel koostisel, arengukiirusel kui ka pidevalt uute kõrvalharude tekkel, mis tagas rohke õitsemise. Seega leidis hüpotees kinnituse: paksoi tänu oma kiirele kasvule ja rohkele õitsemisele võib kujuneda rapsi võtmekahjuritele oluliseks lõksutaimeks.

Õlirõigas oli naeri-hiilamardika valmikuile atraktiivne toidutaim, kuid ei sobinud neile paljunemiseks. Seega kõlbab ta selliseks lõksutaimeks, kes meelitab ligi selle kahjuriliigi valmikud, kuid vähendab nende paljunemispotentsiaali. Kapsa-tuhktäi välistas õlirõika nii paljunemiseks kui toitumiseks.

Rüpsile kogunes küll vähe naeri-hiilamardika valmikuid, kuid vastsete suur arvukus lubab järeldada, et naeri-hiilamardikas valis munemiseks just sellele taimeliigi. Tõenäoliselt olid munemiseks sobiv arengufaas (rohelised pungad) rüpsil ning naeri-hiilamardika munemistsükkel korrelatsioonis. Seega, kui kasvatada rüpsi nimetatud kahjuriliigile püünisena, tuleb taim süsteemist välja viia kollaste pungade ja varase õitsemise faasis, kui taimel on munad ning noored vastsed. See võimaldaks märkimisväärselt vähendada kahjuri järglaskonna arvukust.

Kõdrasääsel olid taimeliikidele munemiseelistused. Kõige enam valiti selleks paksoi kõtru. Sedavõrd suur vastsete hulk selle taimeliigi proovides oli üllatav. Paksoi seost kõdrasääsaga ei ole varem kirjeldatud. Kui seda taimeliiki rakendada naeri-hiilamardika püünisena, tuleb ta tõrjesüsteemist välja viia enne kui kõdrasääsk hakkab munemispaiku otsima või siis hoopiski kõdra algmete faasis, kui sääsk on munenud. Viimasel juhul viiakse süsteemist välja ka sääsk. Hilinedes avanevad nii naeri-hiilamardikale kui kõdrasääsele paljunemiseks head võimalused.

Tulemustest selgus, et kapsa-tuhktäi valis toitumiseks ja paljunemiseks taimeliike. Antud katsetaimede koosluses oli esimeseks eelistuseks paksoi, millele järgnesid raps ja rüps, õlirõigas oli väheatraktiivne.

Katsetulemustest järeldub, et taimeliigid mõjutasid naeri-hiilamardika arvukust vähendavate parasitoidide liigilist koosseisu ja hulka. Kõige enam oli parasitoidide paksoi proovides, valdavaks liigiks *P. interstitialis*. Rapsilt seda liiki ei leitud, ta oli vähearvukas õlirõikal ning rüpsil. Tuntud naeri-hiilamardika vastseparasitoidi *P. morionellus* esines püükides vähe. Kõdra-peitkärsaka vastsetega seotud parasitoidiliikidest leiti kõige enam *Mesopolobus morys*. Taimeliikide võrdlusel esines teda kõige enam rüpsiproovides, järgnes raps ning vähemal määral oli teda paksoil. Õlirõikalt seda parasitoidiliiki ei leitud, kuid seal polnud ka peremeesputukat. Parasitoidi *Trichomalus perfectus* oli vähe ning neid leiti vaid rapsilt ja rüpsilt.

Töö alguses püstitatud teinegi hüpotees leidis kinnitust: kahjureid oli püüniskultuuridel arvukamalt kui rapsil. Nende ja parasitoidide liigilist koosseisu ning arvukust mõjutas taime liik.

Kokkuvõttes võib öelda, et antud katses olnud püünistaimede kooslus (rüps, paksoi, õlirõigas) vähendas kahjurite üldist arvukust rapsil. Kuna taimeliik mõjutas vaid vähesel määral liikide koosseisu ning arvukuse omavahelist suhet, siis sellest järeldub, et rapsi kaitseks mõeldud püünistaimede valikul tuleb lähtuda eelkõige naeri-hiilamardika kui arvukaima kahjuriliigi, nn. võtmekahjuri eelistustest.

Katse andis potentsiaalsete püüniskultuuride osas lootusandvaid tulemusi. Nende rakendamine rapsi kaitseks aitaks vältida keemiliste tõrjevahendite kasutamist, mis omakorda soodustaks rapsikahjurite parasitoidide arvukust. Uuringuid tuleb jätkata põldkatsetes, et põllumeestele saaks anda põhjendatud soovitusi, kuidas ja kelle vastu püüniskultuure kasutada.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Agri. (2018). [veebileht] <https://www.agri.ee/et/uudised/eesti-toetab-neonikotinoidide-keelustamist-avamaakasvatutes> (04.05.2018).
- Ahmad, M., Akhtar, S.** (2013). Development of insecticide resistance in field populations of *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) in Pakistan. - Journal of Economic Entomology. Nr 106, lk 954-958.
- Ahman, I.** (1981). The potential of some Brassica species as host plants of the Brassica Pod Midge (*Dasineura brassicae* Winn.) (Dipt., Cecidomyiidae). - Ent. Tidskr. Nr 102, lk 111–119.
- Ahman, I.** (1985). Larval feeding period and growth of *Dasineura brassicae* (Diptera) on *Brassica* host plants. - Oikos. Nr 44, lk 191–194. [e-ajakiri] https://www.jstor.org/stable/3544061?seq=1#page_scan_tab_contents (22.03.2018).
- Ahman, I.** (1987). Oviposition site characteristics of *Dasineura brassicae* Winn. (Dip., Cecidomyiidae). - Journal of Applied Entomology. Nr 104, lk 85–91.
- Alford, D., Nilsson, C., Ulber, B.** (2003). Insect pests of oilseed rape crops: Biocontrol of oilseed rape pests. UK: Blackwell, Oxford, lk 355.
- Alyokhin, A., Dwyer, J.** (2008). Insecticide Resistance in Colorado Potato Beetles. Orono, Maine. [veebileht] <https://extension.umaine.edu/publications/2424e/> (17.01.2018).
- APRD (Arthropod Pesticide Resistance Database). (2007). - Entomological Society of America. [veebileht] https://esa.confex.com/esa/2007/techprogram/paper_31907 (17.01.2018).
- Awmack, C.S., Leather, S.R.** (2002). Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. - Annual Review of Entomology. Nr 47, lk 817–844.
- Badenes-Perez, F.R., Shelton, A.M., Nault, B.A.** (2005). Using yellow rockcress as a trap crop for the diamondback moth. - Journal of Economic Entomology. Nr 98, lk 884–890.
- Bale, R.** (2014). 5 Pesticides Used in US are Banned in Other Countries. Retrieved from Reveal News. Emmeryville. [veebileht] <https://www.revealnews.org/article-legacy/5-pesticides-used-in-us-are-banned-in-other-countries/> (18.02.2018).
- Barillari, J., Canistro, D., Paolini, M., Ferroni, F., Pedulli, G.F., Iori, R., Valgimigli, L.,** (2005). Direct antioxidant activity of purified glucoerucin, the dietary secondary metabolite contained in Rocket (*Eruca sativa* Mill.) seeds and sprouts. - J. Agric. Food Chem. Nr. 53, lk 2475–2482.

- Berger, J., Jönsson, M., Hedlund, K., Anderson, P.** (2015). Niche separation of pollen beetle parasitoids. - *Frontiers in Ecology and Evolution*. Nr 3. [e-ajakiri] <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2015.00045/full> (14.02.2018).
- Bernays, E.A., Chapman, R.F.** (1994). *Host-Plant Selection by Phytophagous Insects*. Chapman & Hall, N.Y: Springer Publishing.
- [on-line] <https://www.springer.com/la/book/9780412031311> (07.03.2018).
- Bhattacharyya, M.** (2017). The push-pull strategy: A new approach to the eco-friendly method of pest management in agriculture. - *Journal of Entomology and Zoology Studies*. Nr. 5(3), lk 604–607.
- Billqvist, A., Ekbom, B.** (2001). The influence of host plant species on parasitism of pollen beetles (*Meligethes* spp.) by *Phradis morionellus*. - *Entomologia Experimentalis et Applicata*. Nr 98, lk 41–47.
- Blight, M. M., Smart, L. E.** (1999). Influence of visual cues and isothiocyanate lures on capture of the pollen beetle, *Meligethes aeneus* in field traps. - *Journal of Chemical Ecology*. Nr 25, lk 1501–1516.
- Bridge, M., Jones, A.M.E., Bones, A.M., Hodgson, C., Cole R., Barlet E., Wallsgrove, R., Karapapa, V.K., Watts, N., Rossiter, J.T.** (2002). Spatial organization of the glucosinolate-myrosinase system in Brassica specialist aphids is similar to that of the host palant. - *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*. Nr. 269, lk 187–191.
- Buechi R.** (1990). Investigations on the use of turnip rape as trap plant to control oilseed rape pests. - *IOBC Wprs Bull*. Nr 13, lk 32–39.
- Büchi, R.** (2002). Mortality of pollen beetle (*Meligethes* spp.) larvae due to predators and parasitoids in rape fields and the effect of conservation strips. - *Agriculture, Ecosystems and Environment*. Nr 90 , lk255–263.
- Cameron, J.H., Isman, M.B., Upadhyaya, M.K.** (2007). *Trichoplusia ni* growth and preference on broccoli and eight common agricultural weeds. - *Canadian Journal of Plant Science*. Nr 87, lk 413–421.
- Chalhoub, B., Denoeud, F., Liu, S., Parkin, A.P.I., Tang, H., Wang, X.** (2014). Early allopolyploid evolution in the post-Neolithic *Brassica napus* oilseed genome. - *Science*. Nr 345. [e-ajakiri] <http://science.sciencemag.org/content/345/6199/950> (02.11.2017).
- Coleman, R.A., Barker, A.M., Fenner, M.** (1996). Cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) failed to show wound-induced defence against a specialist and a generalist herbivore. - *Oecologia*. Nr 108, lk 105–112.
- Cook, S.M., Rasmussen, H.B., Birkett, M., Woodcock, C.M., Murray, D.A., Pye B.J.** (2007a). Behavioural and chemical ecology of the success of turnip rape (*Brassica rapa*) trap crops in

- protecting oilseed rape (*Brassica napus*) from the pest *Meligethes aeneus*. - Arthropod Plant Interact. Nr 1, lk 57-67.
- Cook, S.M., Khan, Z. R., Pickett, J.A.** (2007b). The use of push-pull strategies in integrated pest management. - Annual Review of Entomology. Nr 52, lk 375–400.
- Cornish, M.** (2016). The Problem with Pesticides—Further Explained. - Your Total Health Experience. [veebileht] <https://www.yourttotalhealthexperience.com/the-problem-with-pesticides-further-explained/> (18.01.2018).
- Dennehy, J.T., Dunley, J.** (2018). Managing Pesticide resistance. - Washington State University. [veebileht] <http://jenny.tfrec.wsu.edu/opm/displayspecies.php?pn=-70> (15.01.2018)
- Dosdall, L.M., Ulmer, B.J. Gibson, G.A., Carcamo, H.A.** (2006). The spatio-temporal distribution Dynamics of the cabbage seedpod weevil *Ceutorhynchus obstricus* (Coleoptera: Curculionidae) and its larval parasitoids in canola in Western Canada. - Biocontrol Science and Technology. Nr 16, lk 987–1006.
- Edwards, P.J., Wratten, S.D.** (1987). Ecological significance of wound induced changes in plant chemistry. - Oecologia. Nr 91, lk 213–218.
- Ekbom, B., Borg, A.** (1996). Pollen beetle (*Meligethes aeneus*) oviposition and feeding preference on different host plant species. - Entomol Expl Appl. Nr 78, lk 291-299
- Ekbom, B.** (2010). Pests and their enemies in spring oilseed rape in Europe and challenges to integrated pest management. Biocontrol-based Integrated Management of Oilseed Rape Pests . lk 151–166.
- Etienne, M., Dourmad, J.Y.** (1994). Effects of zearalenone or glucosinolates in the diet on reproduction in sows: a review. - Livestock-Production-Science. Nr 40, lk 99–113.
- Fenwick, G.R., Heaney R.K., Mullin, W.J.** (1983). Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants. - CRC Critical Review in Food Science and Nutrition. Nr 18, lk 123–202.
- Ferguson, A.W., Campbell, J. M., Warner, D.J., Watts, N.P., Schmidt, J.E.U., Williams, I.H.** (2003). Spatio-temporal distributions of *Meligethes aeneus* and its parasitoids in an oilseed rape crop and their significance for crop protection. - Agriculture Ecosystems & Environment. Nr 95, lk 509-521.
- Foster, S.** (2016). Challenges with managing insecticide resistance in UK pests 1–36. [veebileht] www.bcpc.org/wp-content/uploads/2016/12/2.-Steve-Foster.pdf (19.01.2018).
- Free, J.B., Williams, I. H.** (1978). The responses of the pollen beetle, *M. aeneus*, and the seed weevil, *Ceutorhynchus assimilis*, to oil-seed rape, *B. napus*, and other plants. – Journal of Applied Ecology 15, lk 761–774.
- Gabrys, B., Gadomski, H., Sobota, G., Halarewicz-Pacan, A.** (1998). Reduction of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.), population by *Diaeretiella rapae* (McIntosh) on oilseed

- rape, white mustard, and *Brassica* vegetables. - Integrated Control in Oilseed crops. Nr 21, lk 197–203.
- Godfray, H.C.J.** (1994). Parasitoids: Behavioral and Evolutionary Ecology. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 474 lk.
- Graham, C.W., Gould, H.J.** (1980). Cabbage stem weevil (*Ceutorhynchus quadridens*) on spring oilseed rape in Southern England and its control. - Annals of Applied Biology. Nr 95, lk 1-10. [e-ajakiri] <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1744-7348.1980.tb03964.x> (15.01.2018).
- Günthart, E.** (1949). Beiträge zur Lebensweise und Bekämpfung von *Ceutorhynchus quadridens* PANZ. und *Ceutorhynchus napi* Gyll. mit vielen Beobachtungen an weiteren Kohl- und Rapsschädlingen. Mitt. Schweiz. Entomol. Ges. Nr. 23, lk 441–591.
- Heath, J.R.** (2017). Evaluation of Flea Beetle (*Phyllotreta* spp.): Resistance in Spring and Winter Type Canola (*Brassica napus*). Canada: The University of Guelph. 199 lk.
- Heimbach, U., Müller, A.** (2013). Incidence of pyrethroid-resistant oilseed rape pests in Germany. - Pest Management Science. Nr 69, lk 209–216.
- Heimbach, U., Müller, A., Thieme, T.** (2006). First steps to analyse resistance of different oil seed rape pests in Germany. - Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd., Nr 58, lk 1–5.
- Hiisaar, K., Metspalu, L., Lääniste, P., Jõgar, K.** (2003). Specific composition of flea beetles (*Phyllotreta* spp.) the dynamics of their number on the summer rape (*Brassica napus* L. var. *oleifera* subvar. *annua*). - Agronomy Research. Nr 1, lk 123–130.
- Hiina lehtnaeris (hiina kapsas, paksoi) "Cash" F1 *Brassica rapa* ssp. *Chinensis*. [veebileht] <https://www.seemnemaailm.ee/index.php?lang=ee&GID=12628> (14.01.2018).
- Hoddle, M.S., Van Driesche, R.G.** (2009). Biological Control of Insect Pests. - Encyclopedia Of Insects. Nr. 2. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123741448000333> (15.01.2018).
- Hokkanen, H.** (1991). Trap cropping in pest management. - Annual. Rev. Entomology. Nr 36, lk 119–138.
- Hokkanen, H., Granlund, H.G., Husberg, B., Markkula, M.** (1986). Trap crops used successfully to control *Meligethes aeneus* (Col., Nitidulidae), the rape blossom beetle. - Entomol. Fenn. Nr. 52, lk 115-120.
- Hopkins, R.J., Ekbom, B., Henkow, L.** (1998). Glucosinolate content and susceptibility for insect attack of three populations of *Sinapis alba*. - Journal of Chemical Ecology. Nr 24, lk 1203–1216.
- Johnen, A., Williams, I.H., Nilsson, C., Klukowski, Z., Luik, A., Ulber, B.** (2010). Biocontrol-based integrated management of oil-seed rape pests: The proPlant decision support system:

- phenological models for the major pests of oilseed rape and their key parasitoids in Europe. Heidelberg: Springer. 461 lk.
- Jönsson, M., Lindkvist, A., Anderson, P.,** (2005). Behavioural responses in three ichneumonid pollen beetle parasitoids to volatiles emitted from different phenological stages of oilseed rape. - Entomol. Exp. Appl. Nr. 115, lk 363–369.
- Kaarli, K.** (2003). Õlikultuuride kasvataja käsiraamat. Saku: Eesti Maaviljeluse Instituut. 82 lk
- Kaasik, R., Kovacs, G., Kaart, T., Metspalu, L., Williams, I.H., Veromann, E.** (2014a). *Meligethes aeneus* oviposition preferences, larval parasitism rate and species composition of parasitoids on *Brassica nigra*, *Raphanus sativus* and *Eruca sativa* compared with on *Brassica napus*. - Biological Control. Nr 69, lk 65–71.
- Kaasik, R., Kovacs, G., Toome, M., Metspalu, L., Veromann, E.** (2014b). The relative attractiveness of *Brassica napus*, *B. rapa*, *B. juncea* and *Sinapis alba* to pollen beetles. - BioControl. Nr 59, lk 19–28.
- Kambrekar, D.N.** (2015). Trap crops in insect pest management. [veebileht] <http://www.thehindu.com/sci-tech/agriculture/trap-crops-in-insect-pest-management/article7375204.ece> (22.01.2018).
- Kazana, E., Pope, T.W., Tibbles, L., Bridges M., Pickett J.A., Bones, A.M., Powell, G., Rossiter, J.T.** (2007). The cabbage aphid: a walking mustard oil bomb. - Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences. Nr 274, lk 2271–2277.
- Kirk, W.D.J.** (1992). Insects on cabbages and oilseed rape. UK: Richmond Publishing, 66 lk.
- Kiis, K.** (2016). Maakirbud ristõielistel köögiviljakultuuridel. Tartu: Magistritöö, 50 lk.
- Knodel, J.J., Lubenow, L.A., Olson, D.L.** (2018). Integrated pest management of flea beetles in Canola. NDSU Extension Service, Fargo, 1–6. <https://www.ag.ndsu.edu/publications/crops/integrated-pest-management-of-flea-beetles-in-canola/e1234.pdf> (19.01.2018).
- Kortspärn, K.** (2015). Hiilamardikate (*Meligethes* spp.) eelistused ristõielistele õlikultuuridele; naeri-hiilamardika resistentsuse monitooring.: Magistritöö. Tartu: Eesti Maaülikool. 73 lk.
- Kozłowski, M.W., Lux, S., Dmoch, J.** (1983). Oviposition behaviour and pod marking in the cabbage seed weevil *Ceutorhynchus assimilis*. - Entomol Exp Appl. Nr 34, lk 277–282.
- Kovács, G., Kaasik, R., Kortspärn, K., Metspalu, L., Luik, A., Veromann, E.** (2015). Naeri-hiilamardika resistentsusprobleem Eestis näitab süvenemise märke. Tartu: Agronoomia 2015, 138–141.
- Kovács, G., Kaasik, R., Metspalu, L., Williams, I.H., Luik, A., Veromann, E.** (2013). Could *Brassica rapa*, *Brassica juncea* and *Sinapis alba* facilitate the control of the cabbage seed weevil in oilseed rape crops? - Biological Control. Nr 65, lk 124–129.

- Kovács, G., Kaasik, R., Veromann, E.** (2012). Kõdrasääsk (*Dasineura brassicae*) – uus kahjustaja rapsil. Tartu: Agronoomia 2012, 141–144 lk.
- Kovács, G., Kaasik, R., Kaart, T., Metspalu, L., Luik, A., Veromann, E.** (2017). In search of secondary plants to enhance the efficiency of cabbage seed weevil management. - BioControl. Nr 62, lk 29–38.
- Kumar, S.** (2012). *Cotesia glomerata* – a potential biocontrol agent for large white butterfly, *Pieris brassicae* in Indian Punjab. - Journal of Entomology. Nr 9, lk 171–177.
- Kusnierczyk, A., Winge, P., S. Jorstad, T.S. Troczynska, J. Rossitier, J.T., Bones, A.M.** (2008). Towards global understanding of plant defence against aphids – timing and Dynamics of early Arabidopsis defence responses to cabbage aphids (*Brevicoryne brassicae*) attack. - Plant Cell and Environment. Nr 31, lk 1097–1115.
- Kuusik, A., Metspalu, L., Hiisaar, K.** (1995). Insektiidide toimemehhanismide uurimine putukatel. Tartu: Eesti Põllumajandus ülikool. 292 lk
- Lancashire P. D., Bleiholder H., Langeluddecke P., Stauss R., van den Boom T., Weber E., Witzent-Berger A.** (1991). A uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. - Annals of Applied Biology. Nr 119(3). lk 561–601.
- Lepplaan, T., Vaher, H.** (2017). Põllumajanduskultuuride kasvupinnad, saagid ja tarbimine. Põllumajandussektori 2017. aasta I poolaasta ülevaade. Maaeluministeerium 2017
- Luik, A.** (1997). Taimed putukate mõjutajaina. Tartu: AS Tartumaa. 87 lk.
- Luik, A.** (2012). Looduslikud vahendid mahepõllumajanduslikus taimekaitses. Eesti Mahepõllumajanduslik Sihtasutus. 33 lk.
- Luik, A., Veromann, E., Merivee, E.** (2007). Loodushoidlik taimekaitse. EMÜ PKI, Eesti Loodusfoto. 31 lk.
- Mahmoud, M.F, Osman, A.M.** (2015). Management of Cabbage Aphid, *Brevicoryne brassicae* L. on Canola Crop Using Neonicotinoids Seed Treatment and Salicylic Acid. - Journal of Phytopathology and Pest Management. Nr 2(3), lk 9–17.
- Mahmoud, M.F, Shebl, M.** (2014). Insect fauna of canola and phenology of the diamondback moth, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae) as a key pest. - Journal of Zoology. Nr 97, lk 125–132.
- McVetty, B.E.P.** (2016). Industrial Oil Crops: Brassica spp. Oils. AOCS press. [on-line] <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781893997981000051> (02.11.2017)
- Melakeberhan H., Xu, A., Kravchenko, A., Mennan, S., Riga, E.** (2006). Potential use of arugula (*Eruca sativa* L.) as a trap crop for *Meloidogyne hapla*. - Nematology. Nr 8, lk 793–799.
- Metspalu, L.** (19.01.2018). Suur-kapsaliblika parasitoidid. Autori intervjuu. Üleskirjutis. Tartu.
- Metspalu, L.** (2017). Taimedega kahjurite vastu. Tartu: OÜ Hea lugu. 192 lk.

- Metspalu, L., Hiiesaar, K.** (2002). Ristõieliste kultuuride kahjurid. Tartu: Eesti Põllumajandusükkool. 102 lk.
- Metspalu, L., Kruus, E., Jõgar, K., Kuusik, A., Williams, I.H., Veromann, E., Luik, A., Ploomi, A., Hiiesaar, K., Kivimägi, I., Mänd, M.** (2013). Larval food plants can regulate the cabbage moth, *Mamestra brassicae* population. - Bulletin of Insectology. Nr 66, lk 93–101.
- Metspalu, L., Kruus, E., Ploomi, A., Williams H. I., Hiiesaar, K., Jõgar, K., Veromann, E., Mänd, M.** (2014). Flea beetle (Chrysomelidae: Alticinae) species composition and abundance in different cruciferous oilseed crops and the potential for a trap crop system. - Soil & Plant Science. Nr 64(7), lk 572–582
- Metspalu, L., Williams, I.H., Jõgar, K., Ploomi, A., Hiiesaar, K., Lääniste, P., Svilponis, E., Mänd, M., Luik, A.** (2011). Distribution of *Meligethes aeneus* (F.) and *M. viridescens* (F.) on cruciferous plants. - Zemdirbyste. Nr 98, lk 27–34.
- Murchie, A.** (1996). Parasitoids of cabbage seed weevil and brassica pod midge in oilseed rape. UK: University of Keele.
- Nauen, R.** (2007). Pyrethroid resistance and its management in European populations of pollen beetles, *Meligethes aeneus* in winter oilseed rape. - Plant Protection Congress 2007, lk 522–523.
- Nauen, R., Zimmer, C.T., Andrews, M., Slater, R., Bass, C., Ekbom, B., Gustaffson, G., Hansen, L.M., Kristensen, M., Zebitz, C.P.W., Williamson, M.S.** (2012). Target-site resistance to pyrethroids in European populations of pollen beetle, *Meligethes aeneus* F. - Pesticide Biochemistry and Physiology. Nr 103, lk 173–180.
- Ngouajio, M., Mutch, D.R., Kellogg, W.K.** (2004). Oilseed Radish: a new cover crop for Michigan. Michigan State University, Extension Bulletin 2907, lk 1–4. [veebileht] <http://fieldcrop.msu.edu/uploads/documents/E2907%20Oilseed%20Radish.pdf> (20.11.2017)
- Nilsson, C.** (1985). Impact of ploughing on emergence of pollen beetle parasitoids after hibernation. - Journal of applied Entomology. Nr 100, lk 302–308.
- Nilsson, C., Ahman, B.** (2006). Parasitoids of pollen beetles in Sweden – part of a strategy against pyrethroid resistance. Proceedings International symposium on integrated pest management in oilseed rape.
- Nilsson, C., Andreasson, B.** (1987). Parasitoids and predators attacking pollen beetles (*Meligethes aeneus* F.) in spring and winter rape in southern Sweden. - IOBC/WPRS Bull. Nr. 10, lk 64–73.
- Oilseed radish. (2013). [veebileht] <http://fieldcrop.msu.edu/uploads/documents/E2907%20Oilseed%20Radish.pdf>. (23.01.2018).
- Oilseed radish. (2016). [veebileht] http://msue.anr.msu.edu/topic/cover_crops/species/oilseed_radish (23.01.2018).

- Osborne, P.** (1960). Observations on the natural enemies of *Meligethes aeneus* (F.) and *M. viridescens* (F.) (Coleoptera: Nitidulidae). - Parasitology. Nr 50, lk 91–110.
- Parolin, P., Bresch, C., Desneux, N., Brun, R., Bout, A., Boll, R., Poncet, C.** (2012). Secondary plants used in biological control: a review. - Integrated Journal of Pest Management. Nr 58, lk 91–100.
- Paul, V. H.** (2017). Raps, haigused, kahjurid, umbrohud. RAPOOL-RING GmbH, 200 lk.
- Pavela, R., Kazda, J., Herda, G.** (2007). Influence of application term on effectiveness of some insecticides against brassica pod midge (*Dasineura brassicae* Winn). - Plant Protection Science. Nr 43, lk 57–62.
- Pesticide Resistance. (2018). - Iowa State University.
<https://www.ipm.iastate.edu/files/12%20Pesticide%20resistance.pdf> (14.01.2018).
- Pesticides and You: 2010-11 News from Beyond Pesticides: Protecting Health and the Environment with Science, Policy & Action 30, 4
<https://www.beyondpesticides.org/assets/media/documents/infoservices/pesticidesandyou/documents/Winter10-11vol.30no.4.pdf> (15.01.2018)
- Pickett, J.A., Woodcock, C.M., Midega, C.A.O., Khan, Z.R.** (2014). Push-pull farming system. - Current Opinion in Biotechnology. Nr 26, lk 125–132.
- Pratt, C., Pope, T.W., Powell, G., Rossiter, J.T.** (2007). Accumulation of Glucosinolates by the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae* as a defense against two Coccinellid species. - Journal of Chemical Ecology. Nr 34(3), lk 323–329.
- Renwick, J.A.A.** (2002). The chemical world of crucivores: lures, treats and traps. - Entomologia Experimentalis et Applicata. Nr 104, lk 35–42
- Renwick, J.A.A., Chew, F.S.** (1994). Oviposition behavior in Lepidoptera. - Annual Review of Entomology. Nr 39, lk 377–400.
- Renwick, J.A.A., Lopez, K.** (1999). Experience-based food consumption by larvae of *Pieris rapae*: Addiction to glucosinolates? - Entomologia Experimentalis et Applicata. Nr 91, lk 51–58.
- Resolutsiooni ettepanek. (2016). - Euroopa Parlament.
<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+MOTION+B8-2016-0231+0+DOC+XML+V0//ET> (22.01.2018).
- Rhoades, J.** (2018). Decoy Trap Plants – How To Use Trap Crops For Controlling Insect Pests: General Vegetable Garden Care.- Gardening Know How. [veebileht]
<https://www.gardeningknowhow.com> (09.03.2018).
- Roy, H., Wajnberg, E.** (2008). From biological control to invasion: the ladybird *Harmonia axyridis* as a model species, 1–4. From Biological Control to Invasion: the Ladybird *Harmonia axyridis* as a Model Species (Roy, H., Wajnberg, E. eds). - Springer, 287 lk.

- Shelton, A. M., Badenes-Perez, F.R.** (2006). Concepts and Applications of Trap Cropping in Pest Management. - Annual Reviews Entomology. Nr 51, lk 285–308.
- Slater, R., Naen, R.** (2007). The development and natuure of phyredroid resistance in the pollen beetle (*Meligethes aeneus*) in Europe. EPPO Workshop on insecticide resistance of *Meligethes spp* (pollen beetle) on oilseed rape. Berlin, 3–5 ept. 2007.
- Stobart, J.** (2016). Worldwide Pesticide Use & Their Ecological and Environmental Effects. [veebileht] <https://www.linkedin.com/pulse/worldwide-pesticide-use-ecological-environmental-effects-john-stobart> (17.01.2018).
- Zhu, B., Yang, J., Zhu, Z-jun.** (2013). Variation in glucosinolates in pak choi cultivars and various organs at different stages of vegetative growth during the harvest period. - Journal of Zhejiang University Science B. Nr 14(4), lk 309–317.
- Zimmer, C.T.** (2013). Monitoring, mechanisms and management of insecticide resistance and insecticide mode of action in coleopteran pests of winter oilseed rape with special reference to neonicotinoid insecticides under laboratory and applied aspects. Doctor of Agricultural Sciences, 258 lk.
- Zimmer, C.T., Bass, C., Williamson, M.S., Kaussmann, M., Wölfel, K., Gutbrod, O., Nauen, R.** (2014). Molecular and functional characterization of CYP6BQ23, a cytochrome P450 conferring resistance to pyrethroids in European populations of pollen beetle *Meligethes aeneus*. - Insect Biochemistry and Molecular Biology. Nr 45, lk 18–29.
- Zukalová, H., Vašák, J., Kroutil, P., Bečka, D., Mikšík, V.** (2003). Composition of glucosinolates in biomass of brassica genus and their role in crop system. AGRONOMY: Farming Systems and Ecology, lk 356-362.
- Talekar, N. S., Shelton, A. M.,** (1993). Biology, ecology, and management of the diamondback moth. - Annual Review of Entomology. Nr 38(1), lk 275–301.
- Tansey, J.A., Dosdall, L.M., Keddle, A., Fletcher, R.S., Kott, L.S.** (2010). Responses of *Ceutorhynchus obstrictus* (marsham) (Coleoptera; Curculionidae) to olfactory cues associated with novel genotypes developed by *Sinapis alba* L x *Brassica napus*. - Arthropod Plant Interactions. Nr 4, lk 95–106.
- Turnok, W.J., Turnbull, S.A.** (1994). The development of resistance to insecticides by the crucifer flea beetle, *Phyllotreta cruciferae* (Goeze). - Canadian Entomologist. Nr 126, lk 1369–1375.
- Ulber, B., Williams, I.H., Klukowski, Z., Luik, A., Nilsson, C.** (2010). Parasitoids of oilseed rape pests in Europe: Key species for conservation biokontrol. Biocontrol-based Integrated Management of Oilseed Rape Pests. - Springer, lk 45–76.

- Ulmer, B.J., Dosdall, L.M.** (2010). Glucosinolate profile and oviposition behaviour in relation to the susceptibilities of Brassicaceae to the cabbage seedpod weevil. - *Entomologia Experimentalis et Applicata*. Nr 121, lk 203–213.
- Ulusoy, M.R., Olmez-Bayhan, S.** (2006). PROOF Effect of certain Brassica plants on biology of the Cabbage Aphid *Brevicoryne brassicae* under laboratory conditions. - *Phytoparasitica*. Nr 34, lk 133–138.
- Vaitelytė, B., Brazauskienė, I., Petraitienė, E.** (2013). Species diversity of weevils (*Ceutorhynchus* spp.), migration activity and damage in winter and spring oilseed rape. - *Zemdirbyste-Agriculture*. Nr 100, lk 293–302.
- Van Emden, H.F., Harrington, R.** (2007). Aphids as Crop Pests. UK: Cabi Publishing. 752 lk.
- Wegorek, P., Zamojska, J.** (2007). Current status of resistance in pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) to selected active substances of insecticides in Poland. - *Bulletin OEPP/EPPO*. Nr 38, lk 91–94.
- Veromann E., Williams I.H., Kaasik R., Luik A.** (2011). Potential of parasitoids to control populations of the weevil *Ceutorhynchus obstrictus* (Marsham) on winter oilseed rape. - *Integrated Journal of Pest Management*. Nr 57, lk 85–92.
- Veromann E., Tarang, T., Luik A., Metspalu, L.** (2004). Pests and their natural enemies in oilseed rape in Estonia. *Latvian Journal of Agronomy*. Nr 7, lk 12-14. [e-ajakiri] <http://lufb.ltu.lv/conference/agrvestis/content/n7/AgrVestis-Nr7-12-14.pdf> (11.01.2018)
- Veromann, E.** (2003). Talirapsi kahjurid ja nende parasitoidid maheviljeluse tingimustes. Tartu: Magistritöö entomoloogia erialal, 56 lk.
- Veromann, E.** (2006). Oilseed rape pests and their parasitoids in Estonia. Tartu: PhD väitekirj, 87 lk.
- Veromann, E., Kaasik, R., Kovacs, G., Metspalu, L., Williams, I.H., Mänd M.** (2014). Fatal attraction: search for a dead-end trap crop for pollen beetle (*Meligethes aeneus*). - *Arthropod Plant Interactions*. Nr 8, lk 373–381.
- Veromann, E., Metspalu, L., Williams, I.H., Hiiesaar, K., Mänd, M., Kaasik, R., Kovács, G., Jõgar, K., Svilponis, E., Kivimagi, I., Ploomi, A., Luik A.** (2012). Relative attractiveness of *Brassica napus*, *Brassica nigra*, *Eruca sativa* and *Raphanus sativus* for pollen beetle (*Meligethes aeneus*) and their potential for use in trap cropping. - *Arthropod Plant Interaction*. Nr 6, lk 385–394.
- Williams, I.H., Büncchi, R., Ulber, B.** (2003). Sampling, trapping and rearing oilseed rape pests and their parasitoids. In: Alford DV, editor. *Biocontrol of oilseed rape pests*. Oxford: Blackwell Science, lk 145–160.

- Williams, I.H.** (2010). The major insect pests of oilseed rape in Europe and their management: an overview. *Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests*. - Springer, lk 1–44.
- Winfield, A.L.** (1961). Observations on the biology and control of the cabbage stem weevil, *Ceutorhynchus quadridens* (Panz.) on Trowse Mustard (*Brassica juncea*). - *Bulletin of Entomological Research*. Nr 52, lk 589–600.
- Winfield, A.L.** (1992). Management of oilseed rape in Europe. - *Agricultural Zoology Reviews*. Nr 5, lk 51–92.

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja/või üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Sandra Jürgens

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

Ristõieliste kultuuride sobivus olulisematele rapsikahjuritele ja nende parasitoididele,
mille juhendajad on Luule Metspalu, Katrin Jõgar ja Angela Ploomi

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartus, 18.05.2018

Juhendajate kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)